

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE**  
**CENTRO DE ENGENHARIA ELÉTRICA E INFORMÁTICA**  
**COORDENAÇÃO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO**

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO**

**MODELO DE REDES BAYESIANAS PARA MELHORIA DO  
TRABALHO EM EQUIPE EM PROJETOS ÁGEIS DE  
DESENVOLVIMENTO DE SOFTWARE**

**ARTHUR SILVA FREIRE**

**HYGGO ALMEIDA**  
**ANGELO PERKUSICH**  
**(ORIENTADORES)**

**CAMPINA GRANDE**  
**AGOSTO - 2016**

Universidade Federal de Campina Grande  
Centro de Engenharia Elétrica e Informática  
Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação

Modelo de Redes Bayesianas para Melhoria do  
Trabalho em Equipe em Projetos Ágeis de  
Desenvolvimento de Software

Arthur Silva Freire

Dissertação submetida à Coordenação do Curso de Pós-Graduação em  
Ciência da Computação da Universidade Federal de Campina Grande -  
Campus I como parte dos requisitos necessários para obtenção do grau  
de Mestre em Ciência da Computação.

Área de Concentração: Ciência da Computação

Linha de Pesquisa: Engenharia de Software

Hyggo Almeida

Angelo Perkusich

(Orientadores)

Campina Grande, Paraíba, Brasil

©Arthur Silva Freire, 29/08/2016

**FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA CENTRAL DA UFCG**

F866m      Freire, Arthur Silva.  
Modelo de redes bayesianas para melhoria do trabalho em equipe em projetos ágeis de desenvolvimento de software / Arthur Silva Freire. – Campina Grande, 2016.  
80 f. : il. color.

Dissertação (Mestrado em Ciência da Computação) – Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Engenharia Elétrica e Informática, 2016.  
"Orientação: Prof. Dr. Hyggo Almeida, Prof. Dr. Angelo Perkusich.  
Referências.

1. Projeto de Desenvolvimento de Software. 2. Equipes Ágeis. 3. Trabalho em Equipe. 4. Redes Bayesianas. I. Almeida, Hyggo. II. Perkusich, Angelo. III. Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande (PB). IV. Título.

CDU 004.415.2(043)

## Resumo

A utilização de métodos ágeis requer que os indivíduos e as interações entre eles sejam considerados mais importantes que processos e ferramentas. Além disso, equipes ágeis precisam ser auto-organizáveis para garantir rápida agregação de valor e responsividade à mudança. Para isso, é necessário que todos os membros da equipe colaborem entre si e entendam o conceito de responsabilidade e comprometimento por parte de todos. Na literatura, é destacado o impacto positivo que fatores relacionados ao Trabalho em Equipe têm sobre o sucesso de projetos geridos com métodos ágeis. Em alguns trabalhos, ferramentas para avaliar e identificar oportunidades de melhoria do Trabalho em Equipe são apresentadas. Entretanto, no contexto em que se insere este trabalho, elas apresentam limitações, pois não focam em projetos ágeis, dependem apenas de avaliação subjetiva, ou não levam em consideração fatores-chave essenciais do ponto de vista da qualidade do Trabalho em Equipe. Portanto, neste trabalho, é apresentado um modelo de Redes Bayesianas para avaliar e identificar oportunidades de melhoria do Trabalho em Equipe em projetos de software geridos com métodos ágeis. A motivação para utilizar Redes Bayesianas advém da sua adequação para modelar incertezas em um determinado domínio, além da facilidade para modelar e quantificar os relacionamentos entre os fatores-chave que influenciam a qualidade do Trabalho em Equipe. Além do modelo, também é apresentado um procedimento para auxiliar na sua utilização. O modelo e o procedimento foram avaliados em um estudo de caso com três equipes de desenvolvimento de software. De acordo com os resultados do estudo de caso, foi possível concluir que o modelo mensura a qualidade do Trabalho em Equipe precisamente, ajudando na identificação de oportunidades de melhoria desse fator, e o custo-benefício de sua utilização com o procedimento proposto é positivo.

**Palavras-Chave:** Trabalho em Equipe; Equipes Ágeis; Redes Bayesianas; Avaliação; Medição; Melhoria Contínua.

## Abstract

Agile methods consider individuals and interactions more important than processes and tools. In addition, agile teams are required to be self-organized to ensure rapid aggregation of value and responsiveness to change. Thereby, it is necessary that team members collaborate to embrace the concept of whole-team responsibility and commitment. In the literature, it is shown that teamwork factors are critical to achieve success in agile projects. Some researchers have proposed tools for assessing and improving teamwork quality. However, in the context of agile software development, these tools are limited because they don't focus on agile projects, depend on subjective assessment, or don't include important teamwork quality key factors. Therefore, we present a Bayesian Network model to assess and improve agile teams' teamwork quality. The motivation to use Bayesian Networks comes from its suitability for modeling uncertainties in a given domain, in addition to the easiness to model and quantify the relationships between the teamwork quality key factors. Besides the model, a procedure for using the model is also presented. Both model and procedure were evaluated in a case study with three units of analysis (i.e., agile software development teams). According to the case study results, the model measures the teamwork quality precisely, assisting on the identification of improvement opportunities for this factor, and the cost-benefit for using it with the presented procedure is positive.

**Keywords:** Teamwork; Agile Teams; Bayesian Networks; Assessment; Measurement; Continuous Improvement

## Agradecimentos

Agradeço primeiramente a Deus, por ter me conduzido e capacitado para a realização deste trabalho, e pelo privilégio da vida.

Aos meus familiares, em especial aos meus pais Elias Freire e Cláudia Jacira, por terem me educado e moldado ao longo dos anos, permitindo que eu me tornasse o homem que sou. Além da minha sobrinha/afilhada Letícia, por conseguir me mostrar a cada dia, mesmo com sua pureza e ingenuidade, que para vencer uma guerra é necessário passar por várias batalhas, sem jamais se deixar abater.

À minha namorada Raissa, por todo amor, carinho, companheirismo, paciência e apoio durante mais uma etapa.

Aos orientadores Hyggo Almeida e Angelo Perkusich, pelos puxões de orelha, paciência, suporte e colaboração. Além deles, sou bastante grato a Mirko Perkusich, por ter assumido também o papel de orientador, me ajudando a desenvolver a idéia desta pesquisa desde o início.

Aos amigos, pelo companheirismo e pelo dom de me fazerem dar risada de tudo que é possível.

Ao pessoal da Sala 108 do Embedded, por estarem presente na grande maioria dos dias da caminhada, sempre com algo interessante pra alegrar o dia de quem por lá passava.

Aos *Scrum Masters*, pelo tempo dedicado à colaboração no estudo de caso.

Finalmente, agradeço à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo apoio e suporte financeiro.

# Conteúdo

<b>1</b>	<b>Introdução</b>	<b>1</b>
1.1	Problemática . . . . .	2
1.2	Objetivos . . . . .	3
1.3	Metodologia . . . . .	4
1.4	Contribuições . . . . .	4
1.5	Estrutura da Dissertação . . . . .	6
<b>2</b>	<b>Fundamentação Teórica</b>	<b>7</b>
2.1	Metodologias Ágeis . . . . .	7
2.2	Redes Bayesianas . . . . .	8
<b>3</b>	<b>Revisão Literária</b>	<b>15</b>
3.1	Descrição do Processo . . . . .	15
3.2	Resultados . . . . .	19
3.3	Trabalhos Relacionados . . . . .	22
<b>4</b>	<b>Modelo Proposto</b>	<b>24</b>
4.1	Construção e Apresentação do Modelo . . . . .	24
4.1.1	Construção do GAD . . . . .	25
4.1.2	Funções de Probabilidade . . . . .	33
4.2	Procedimento para Utilização . . . . .	35
<b>5</b>	<b>Estudo de Caso</b>	<b>42</b>
5.1	<i>Design</i> do Estudo de Caso . . . . .	43
5.1.1	Objetivos . . . . .	43

5.1.2	Objetos de Estudo . . . . .	43
5.1.3	Questões de Pesquisa . . . . .	43
5.1.4	Unidades de Análise . . . . .	44
5.1.5	Sujeitos . . . . .	46
5.1.6	Métodos de Coleta de Dados . . . . .	46
5.1.7	Procedimento do Estudo de Caso . . . . .	47
5.2	Descrição da Coleta dos Dados . . . . .	49
5.3	Processo de Análise dos Dados . . . . .	50
5.4	Dados Coletados . . . . .	52
5.5	Ameaças à Validade . . . . .	60
<b>6</b>	<b>Conclusão</b>	<b>62</b>
6.1	Limitações . . . . .	63
6.2	Trabalhos Futuros . . . . .	64
<b>A</b>	<b>Questionários para Alimentação do Modelo</b>	<b>72</b>
<b>B</b>	<b>Questionário de Satisfação</b>	<b>78</b>



# Lista de Símbolos

GAD - *Grafo Acíclico Dirigido*

NR - *Nós Ranqueados*

PP - *Pair Programming*

RB - *Redes Bayesianas*

TE - *Trabalho em Equipe*

TPN - *Tabela de Probabilidade dos Nós*

XP - *Extreme Programming*

# Lista de Figuras

1.1	Modelo Proposto por Freire <i>et al.</i> . . . . .	5
2.1	Exemplo de Rede Bayesiana. . . . .	10
2.2	Exemplos de Funções TNormal. . . . .	12
2.3	Exemplos das Funções Ponderadas. . . . .	13
2.4	Exemplo de Nó Filho com Dois Pais. . . . .	13
3.1	Etapas do Processo de Revisão Literária. . . . .	16
3.2	Processo de seleção de trabalhos relevantes. . . . .	19
3.3	Representação do Trabalho em Equipe na Ferramenta <i>Comparative Agility</i> . . . . .	21
4.1	Versão inicial do GAD. . . . .	26
4.2	Representação do Nó <i>Auto-Organização</i> . . . . .	27
4.3	Representação do Nó <i>Colaboração</i> . . . . .	28
4.4	GAD do Modelo Proposto. . . . .	29
4.5	Exemplo de Nó Filho com Três Pais. . . . .	34
4.6	Procedimento para Utilização do Modelo Proposto. . . . .	36
4.7	Exemplo de GAD para uma equipe distribuída. . . . .	38
4.8	Exemplo de GAD para uma equipe gerida com XP. . . . .	39
5.1	Exemplos do Cálculo da Eficiência de Equipes baseado no método proposto por Kumar. . . . .	49
5.2	Resultados Calculados pelo Modelo para a Equipe A. . . . .	53
5.3	Resultados Calculados pelo Modelo para a Equipe B. . . . .	54
5.4	Resultados Calculados pelo Modelo para a Equipe C. . . . .	55
5.5	Respostas para a Questão de Pesquisa <i>QPI</i> . . . . .	56

---

5.6	Respostas para a Questão de Pesquisa <i>QP2</i> . . . . .	56
5.7	Respostas para a Questão de Pesquisa <i>QP3</i> . . . . .	57
5.8	Respostas para a Questão de Pesquisa <i>QP4</i> . . . . .	57
5.9	Respostas para a Pergunta 2 do Questionário de Satisfação. . . . .	58
5.10	Respostas para a Pergunta 4 do Questionário de Satisfação. . . . .	59
5.11	Respostas para a Pergunta 6 do Questionário de Satisfação. . . . .	59

# Lista de Tabelas

3.1	Critérios de Inclusão e Exclusão . . . . .	17
3.2	Fatores-Chave que Influenciam a Qualidade do TE em Projetos Ágeis. . . .	20
4.1	Definição dos Estados Extremos dos Nós. . . . .	30
4.2	Tabela para Definição das Funções de Probabilidade de Nós com Dois Pais.	33
4.3	Tabela para Definição das Funções de Probabilidade de Nós com Três Pais.	34
4.4	Definição das Funções de Probabilidade. . . . .	35
5.1	Perfil das Unidades de Análise. . . . .	46
5.2	Perfis dos Sujeitos. . . . .	46
5.3	Eficiência das Equipes nas três <i>Sprints</i> . . . . .	52
A.1	Perguntas Referentes à Qualidade da Comunicação da Equipe. . . . .	74
A.2	Perguntas Referentes à Qualidade das Reuniões Diárias da Equipe. . . . .	75
A.3	Perguntas Referentes à Qualidade da Orientação da Equipe. . . . .	76
A.4	Perguntas Referentes à Capacidade de Auto-Organização da Equipe. . . . .	76
A.5	Pergunta Referente à Autonomia da Equipe. . . . .	77
B.1	Perguntas Referentes às Questões de Pesquisa do Estudo de Caso. . . . .	78

# Capítulo 1

## Introdução

O desenvolvimento ágil de software é uma abordagem flexível para entregar software continuamente que, recentemente, tem se tornado popular na indústria. Trata-se de uma alternativa à adoção de abordagens baseadas em forte planejamento, em que mudanças no plano de projeto e na arquitetura do sistema devem ser previsíveis, garantindo estabilidade e alta garantia. Por outro lado, o objetivo da adoção de métodos ágeis é garantir rápida agregação de valor e responsividade à mudança. Dessa forma, métodos ágeis se enquadram melhor em contextos que abrangem rápida mudança de mercado, tecnologia ou ambiente [1].

Para atingir os objetivos descritos no Manifesto Ágil [2], é necessário considerar os indivíduos e as interações entre eles mais importantes que os processos e as ferramentas. Isso é refletido nos principais princípios do Manifesto Ágil - seis dos doze princípios estão relacionados ao envolvimento de indivíduos no processo de desenvolvimento do produto. Esses princípios focam em fatores como motivação, comunicação, colaboração e gerenciamento de equipes. Além disso, esses princípios também são refletidos em práticas ágeis populares como *Daily Stand-up Meetings* [3], *Pair Programming* (PP) [4] e *Planning Poker* [5].

Ainda de acordo com o Manifesto Ágil, equipes ágeis precisam ser auto-organizáveis. Para isso, é necessário que todos os membros de equipes desse tipo colaborem entre si e entendam o conceito de responsabilidade e comprometimento por parte de todos. De acordo com Katzenbach *et al.* [6], um time pode ser definido como “um pequeno número de pessoas com habilidades complementares, que estão comprometidas com os mesmos propósitos e com a abordagem adotada para que mantenham-se mutuamente responsáveis”.

Na literatura, alguns pesquisadores [7; 8; 9; 10; 11] expõem que fatores que influenciam

o Trabalho em Equipe (TE) são essenciais para o sucesso de um projeto ágil. Neste trabalho, o conceito de Trabalho em Equipe é definido da seguinte forma: *a capacidade dos membros da equipe de trabalharem de maneira síncrona e coesa, mantendo os objetivos da equipe como prioridade, sem a interferência de um agente externo (e.g., cliente) nas atividades realizadas.*

De acordo com Ringstad *et al.* [10], a avaliação e o planejamento para melhorar o TE no contexto de projetos ágeis melhora o sentimento de liderança compartilhada, orientação e aprendizagem na equipe. Por outro lado, Moe *et al.* [9], após um estudo de caso em uma empresa, concluíram que problemas com a orientação da equipe, liderança, coordenação, além da divisão das atividades baseada no grau de especialidade dos membros da equipe, são barreiras que afetam negativamente a eficácia da equipe. Fontana *et al.* [8] apresentam resultados de um estudo exploratório em que eles concluíram que, no contexto de projetos ágeis, a maturidade das equipes está relacionada ao estímulo de capacidades mais subjetivas como: colaboração, comunicação, comprometimento, cuidado, compartilhamento e auto-organização. Williams *et al.* [11] apresentaram uma ferramenta para medir a agilidade de empresas. Nessa ferramenta, os autores consideram fatores relacionados ao TE (i.e., composição da equipe) como uma das dimensões a ser avaliada.

É no contexto de suporte ao desenvolvimento de software utilizando métodos ágeis que se insere o presente trabalho. Mais especificamente, tem-se como foco o aumento da qualidade do Trabalho em Equipe, sendo este um fator determinante para o sucesso de um projeto ágil.

## 1.1 Problemática

Melhoria de processo de software advém de iniciativas que podem ser utilizadas por organizações em prol da maturidade de suas operações [12]. Essas iniciativas são muito importantes em qualquer abordagem de desenvolvimento de software. De acordo com Salo *et al.* [13], há uma necessidade de novos mecanismos de melhoria de processo de software para métodos ágeis, em virtude do diferente foco se comparado ao de abordagens mais tradicionais.

O Trabalho em Equipe, além de ter impacto positivo no desenvolvimento da equipe [14; 15] é, conseqüentemente, essencial para o sucesso de um projeto ágil [7; 8; 9; 10; 11]. Portanto, os fatores relacionados ao TE precisam ser considerados, avaliados, e continu-

amente melhorados, para que haja sucesso na adoção de métodos ágeis. Logo, é necessário que hajam ferramentas capazes de realizar essa avaliação. Essas ferramentas devem servir pra identificar oportunidades de melhoria e auxiliar no processo de tomada de decisões para garantir a melhoria contínua do TE. Além disso, elas também seriam de grande valia para equipes e/ou organizações imaturas.

Em [16; 14; 17], são apresentados instrumentos que permitem avaliar a qualidade do trabalho em equipe. Amengual *et al.* [16] focam no ISO/IEC 15504 (i.e., SPICE); Hoegl *et al.* [14], em projetos inovadores; e Moe *et al.* [17], em projetos ágeis. Entretanto, como essas soluções não focam em projetos ágeis, dependem apenas de avaliação subjetiva, ou não levam em consideração fatores-chave essenciais do ponto de vista da qualidade do TE, pode-se concluir que não há uma solução consolidada para avaliação da qualidade do TE no contexto de projetos ágeis.

Portanto, para esta pesquisa, o problema em questão é: como mensurar a qualidade do Trabalho em Equipe, no contexto de projetos ágeis, com o intuito de auxiliar na sua melhoria contínua, e levando em consideração a subjetividade dos fatores envolvidos?

## 1.2 Objetivos

Neste trabalho, tem-se como objetivo principal a concepção de um modelo de Redes Bayesianas (RB) para avaliação e melhoria contínua do Trabalho em Equipe em projetos de software geridos com métodos ágeis. Decidiu-se utilizar RB para construir tal modelo em virtude da sua adequação para modelar incertezas em um determinado domínio [18], além da facilidade para modelar e quantificar os relacionamentos entre os fatores-chave que influenciam a qualidade do TE.

Os objetivos específicos são descritos a seguir:

1. Elencar os fatores-chave que influenciam a qualidade do TE no contexto de projetos ágeis;
2. Construir o modelo de RB e apresentar um procedimento para utilização e extensão do modelo em projetos de software;
3. Realizar um estudo de caso para avaliar o modelo proposto e sua utilização.

## 1.3 Metodologia

Para alcançar os três objetivos específicos deste trabalho, foram definidas três etapas a serem cumpridas, uma para cada objetivo.

Na primeira etapa, foi realizada uma revisão literária com o objetivo de elencar os fatores-chave que influenciam a qualidade do TE. Como resultado dessa revisão, foram identificados 20 fatores-chave, em 15 trabalhos considerados relevantes para a questão de pesquisa definida nessa revisão, como descrito no Capítulo 3.

A segunda etapa está relacionada à construção do modelo com base nos fatores-chave elencados na primeira etapa. A construção do modelo foi dividida em duas fases: construção do grafo acíclico dirigido (GAD) e definição das funções de probabilidade dos nós do modelo. Além dos fatores e relacionamentos identificados na primeira etapa, foi necessária a ajuda de um especialista em métodos ágeis para refinar e derivar alguns relacionamentos. Esse especialista também foi responsável por definir as funções de probabilidade do modelo. Em seguida, foi definido o procedimento para utilização e extensão do modelo, conforme descrito no Capítulo 4.

A última etapa foi a realização de um estudo de caso, em que o modelo e sua utilização foram avaliados com três equipes de desenvolvimento de software, como detalhado no Capítulo 5.

## 1.4 Contribuições

Os primeiros resultados desta pesquisa foram publicados no Simpósio Brasileiro de Engenharia de Software de 2015 (SBES 2015) [19], em um artigo em que foi discutida a necessidade de avaliar a qualidade do TE, e apresentada a primeira versão do modelo de Redes Bayesianas (i.e. Figura 1.1) para avaliar a qualidade do TE em projetos ágeis. O conceito de qualidade do TE, nesse trabalho, é considerado como: *a união da eficiência da colaboração, do gerenciamento das atividades e dos atributos da equipe - atributos pessoais dos membros da equipe e o expertise deles.*



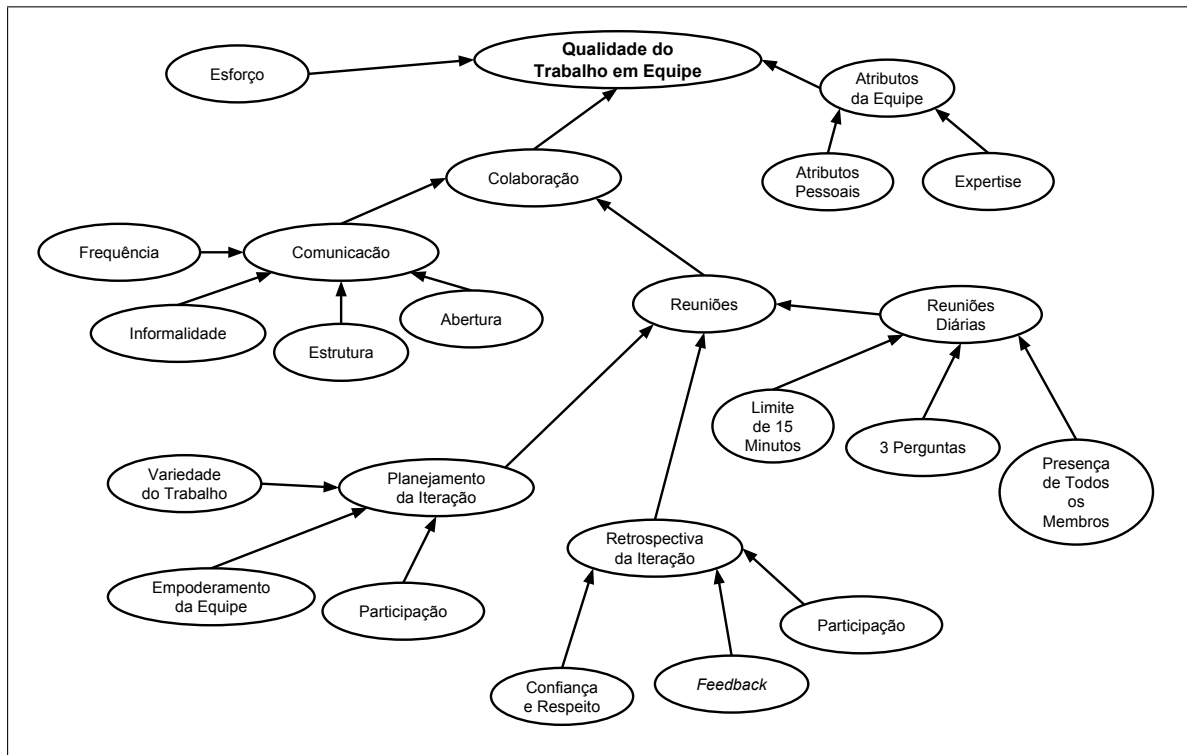


Figura 1.1: Modelo Proposto por Freire *et al.*

A validação desse modelo foi feita com simulação de cenários e pôde-se concluir que o modelo é uma boa representação do mundo real. Entretanto, há alguns fatores que afetam a sua validade:

- O modelo proposto foi construído com base nos fatores apresentados em [14; 17] e evoluído com a ajuda de dois especialistas. Portanto, como não houve um processo de revisão literária bem definido, alguns fatores importantes relacionados ao TE no contexto de projetos ágeis não são abordados;
- As funções de probabilidade dos nós foram definidas utilizando apenas uma função dentre as quatro apresentadas em [20];
- O modelo não foi validado em projetos reais.

Portanto, deu-se continuidade à pesquisa, buscando eliminar esses fatores que ameaçaram a sua validade. Assim, neste documento, é apresentado um novo modelo, e proposto que ele seja utilizado com auxílio do procedimento apresentado em [21]. O modelo foi construído com base em uma grande quantidade de fatores-chave, identificados em uma revisão

literária, e os relacionamentos entre tais fatores foram identificados e refinados com base na literatura e em entrevistas com um especialista em métodos ágeis.

A fidelidade do modelo apresentado e a sua utilização foram avaliadas com sucesso por meio de um estudo de caso em que as unidades de análise foram três equipes de desenvolvimento de software. De acordo com os sujeitos desse estudo de caso (i.e., *Scrum Masters*), o modelo auxilia na detecção de oportunidades de melhoria do TE e, consequentemente, no processo de tomada de decisões. Além disso, apesar do esforço necessário para entender o modelo e execução do método, e o esforço para alimentar os nós de entrada do modelo, os sujeitos consideraram o processo de utilização do modelo e do método simples e rápido. No geral, foi possível concluir que o custo-benefício da avaliação da qualidade do TE é positivo, e que o modelo mensura esse fator de forma precisa no contexto de projetos geridos com *Scrum*.

Além disso, o modelo proposto neste trabalho foi integrado como componente de uma segunda versão do modelo apresentado por Perkusich *et al.* em [22] e [21].

## 1.5 Estrutura da Dissertação

O conteúdo desta dissertação está organizado da seguinte forma:

- no Capítulo 2, são apresentados os conceitos fundamentais para o entendimento deste trabalho;
- no Capítulo 3, é apresentado o processo de revisão literária adotado neste trabalho e os seus resultados. Também são discutidos alguns trabalhos relacionados a esta pesquisa, suas limitações e contribuições;
- no Capítulo 4, é apresentado o modelo de Redes Bayesianas e o procedimento proposto para sua utilização;
- no Capítulo 5, apresenta-se a avaliação do modelo e sua utilização, que foi realizada por meio de um estudo de caso;
- finalmente, no Capítulo 6, são apresentadas as considerações finais, limitações do trabalho e propostas de trabalhos futuros.

# Capítulo 2

## Fundamentação Teórica

Neste capítulo, são apresentados os conceitos e técnicas essenciais para desenvolver esta pesquisa. Na Seção 2.1, é realizada uma apresentação do que são metodologias ágeis e quais os seus princípios. Na Seção 2.2, aborda-se a temática de Redes Bayesianas e alguns conceitos relacionados a essa técnica.

### 2.1 Metodologias Ágeis

Em 2001, o termo “Metodologias Ágeis” tornou-se popular quando um grupo de engenheiros de software se reuniu para discutir maneiras de melhorar o desempenho em seus projetos, levando em consideração a crescente taxa de mudanças de requisitos e expectativas dos clientes. Apesar do fato desses engenheiros utilizarem práticas diferentes, um pequeno conjunto dessas práticas e princípios parecia ser comum [23]. O resultado dessa união foi a criação da *Agile Alliance* e do Manifesto ágil [2].

Desse dia em diante, são consideradas Metodologias Ágeis aquelas que cumprem com os valores expressados no Manifesto ágil: indivíduos e interações mais que processos e ferramentas; software em funcionamento mais que documentação abrangente; colaboração com o cliente mais que negociação de contratos; e responder a mudanças mais que seguir um plano. Além desses valores, no Manifesto ágil são elencados doze princípios para guiar equipes ágeis:

- Satisfazer o cliente através da entrega contínua e adiantada de software com valor agregado;

- Mudanças nos requisitos são bem-vindas, mesmo tardiamente no desenvolvimento. Processos ágeis tiram vantagem das mudanças visando vantagem competitiva para o cliente;
- Entregar frequentemente software funcionando, de poucas semanas a poucos meses, com preferência em menor escala de tempo;
- Pessoas de negócio e desenvolvedores devem trabalhar diariamente em conjunto por todo o projeto;
- Construa projetos em torno de indivíduos motivados. Dê a eles o ambiente e o suporte necessário e confie neles para fazer o trabalho;
- O método mais eficiente e eficaz de transmitir informações para e entre uma equipe de desenvolvimento é através de conversa face a face;
- Software funcionando é a medida primária de progresso;
- Os processos ágeis promovem desenvolvimento sustentável. Os patrocinadores, desenvolvedores e usuários devem ser capazes de manter um ritmo constante indefinidamente;
- Contínua atenção à excelência técnica e bom *design* aumenta a agilidade;
- Simplicidade - a arte de maximizar a quantidade de trabalho não realizado - é essencial;
- As melhores arquiteturas, requisitos e *designs* emergem de equipes auto-organizáveis;
- Em intervalos regulares, a equipe reflete sobre como se tornar mais eficaz e então refina e ajusta seu comportamento de acordo.

## 2.2 Redes Bayesianas

Redes Bayesianas vêm sendo bastante utilizadas para formular soluções de problemas reais que envolvem risco. Alguns exemplos são:

- Segurança de sistemas embarcados na indústria ferroviária [24];

- Confiabilidade de veículos militares [25];
- Risco de colisões no tráfego aéreo [26];
- Predição de defeitos de software em produtos eletrônicos [27] [28] [29] [30];
- Identificação de falhas em projetos de desenvolvimento de software [22] [21].

Segundo Neapolitan *et al.* [31], a técnica de RB surgiu para representar contextos em que há um grande número de variáveis, e o objetivo de verificar a influência probabilística que uma ou mais variáveis exercem sobre outras. Assim, mesclando princípios de Teoria dos Grafos, Probabilidade, Ciência da Computação e Estatística, a utilização de RB permite representar e avaliar contextos como os supracitados [18].

Portanto, RB pertencem à família de modelos gráficos probabilísticos e são utilizadas para representar incertezas de um domínio [18]. Em virtude da subjetividade envolvendo os conceitos explorados neste trabalho, decidiu-se utilizar essa técnica para representar as incertezas associadas a ele.

De maneira formal, uma Rede Bayesiana,  $B$ , pode se representada pela tupla  $\{G, \Theta\}$ , onde  $G$  é um Grafo Acíclico Dirigido (GAD) e  $\Theta$  o conjunto de parâmetros que quantificam a rede. No GAD  $G$ , o conjunto de nós  $V = X_1, \dots, X_n$  representa as variáveis aleatórias, e os arcos representam dependências diretas entre essas variáveis. O conjunto  $\Theta$  contém o parâmetro  $\theta_{x_i|\pi_i} = P_B(x_i|\pi_i)$  para cada  $x_i$  (i.e., estado possível) em  $X_i$ , onde  $\pi_i$  representa os estados dos pais  $X_i$  no GAD  $G$ . A Equação 2.1 representa a distribuição de probabilidade conjunta definida por  $B$  sobre o conjunto  $V$ .

$$P_B(X_1, \dots, X_n) = \prod_{i=1}^n P_B(x_i|\pi_i) = \prod_{i=1}^n \theta_{x_i|\pi_i} \quad (2.1)$$

Na Figura 2.1 é apresentada uma RB. Os círculos representam os nós e as setas representam os arcos. As Tabelas de Probabilidade dos Nós (TPN) são apresentadas ao lado de cada um dos nós. Apesar da direção dos arcos representarem uma conexão causal entre os nós, a informação pode propagar em qualquer direção [32].

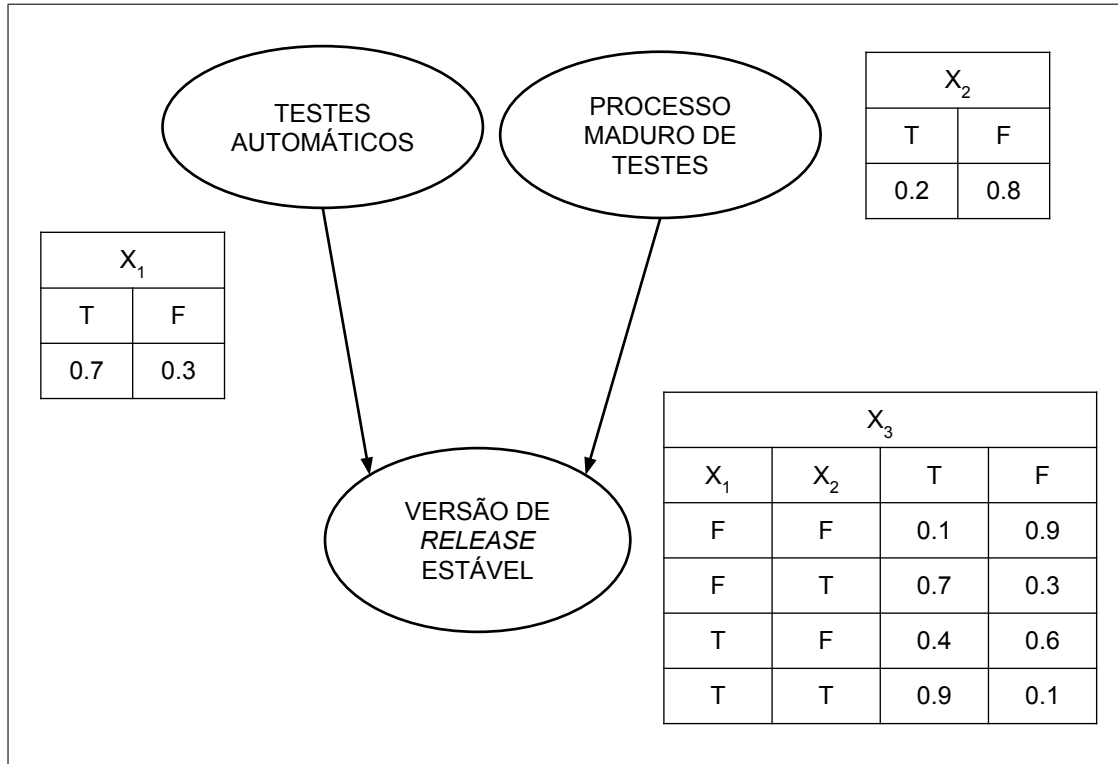


Figura 2.1: Exemplo de Rede Bayesiana.

A construção de uma RB pode ser dividida em duas etapas: a construção do GAD e a definição das tabelas de probabilidade.

### Construção do GAD

Cada nó do GAD, neste trabalho, representa um fator que influencia a qualidade do TE e há um arco entre dois nós sempre que houver uma relação direta entre os dois. Esse arco está direcionado para o nó influenciado na relação. Além disso, cada fator chave possui uma quantidade de estados possíveis, além de uma probabilidade associada a cada estado. Assim, conforme apresentado em [22], cada nó representa um conjunto de tuplas  $N = \{(s_1, p_1), \dots, (s_{|N|}, p_{|N|})\}$ , onde  $s_i$  é um estado possível do nó e  $p_i$  é a probabilidade associada a esse estado. O conjunto de fatores-chave é apresentado como  $F = \{N_1, \dots, N_{|F|}\}$ . O conjunto de arcos, por sua vez, é apresentado como  $R = \{(N_j, N_k) \mid N_j \subset F \wedge N_k \subset F\}$ , onde  $N_j$  é ponto inicial do arco e  $N_k$  o ponto final.

Portanto, para concluir a primeira etapa da construção de uma RB, deve-se encontrar todos os elementos dos conjuntos  $F$  e  $R$ . Para encontrar todos os elementos de  $F$ , é necessário

identificar os fatores-chave  $N_a$  e, para cada um desses fatores, todos os seus possíveis estados  $s_i$  e probabilidades associadas  $p_i$ , onde  $a \leq |F|$  e  $i \leq |N_a|$ . Finalmente, para encontrar todos os elementos do conjunto  $R$ , é necessário identificar todas  $f_j$  e  $f_k$ , onde  $f_j$  e  $f_k \in F$ .

Dessa forma, pode-se dividir a etapa de construção do DAG em dois sub-problemas: identificar os elementos de  $F$  e  $R$ , e identificar os elementos de  $N$ . Assim, esse primeiro sub-problema desta etapa diz respeito à identificação desses fatores e os relacionamentos entre eles. No segundo sub-problema, a preocupação deve ser focada em identificar os possíveis estados, além de suas probabilidades, para cada nó do GAD.

### Definição das Tabelas de Probabilidade

Apesar de RB serem úteis para resolverem problemas reais relacionados com risco e subjetividade, o seu uso ainda é restrito devido à dificuldade em definir as TPN. Há duas maneiras de se coletar dados para definir as TPN de uma RB: base de dados ou opinião de especialistas. Contudo, não é fácil encontrar uma base de dados adequada para um cenário específico de um problema prático. Por outro lado, a definição das TPN com a ajuda de especialistas requer bastante esforço (e.g., definir TPN para nós com um número muito alto de estados ou alta quantidade de pais, pois a quantidade de linhas de uma TPN aumenta exponencialmente em função da quantidade de pais do nó em questão). De acordo com Fenton *et al.* [20], isso pode acarretar em vários tipos de inconsistências no modelo.

Há vários métodos que têm como objetivo diminuir a complexidade e codificar a experiência de especialistas em grandes TPN. Noisy-OR [33] e Noisy-MAX [34] são dois exemplos desses métodos. Contudo, Noisy-OR só pode ser aplicado a nós booleanos, e Noisy-MAX não é capaz de modelar o intervalo de relacionamentos que precisamos neste trabalho. Das [35] propôs um algoritmo para popular as TPN que visa diminuir o tempo de duração para adquirir conhecimento de especialistas. Perkusich *et al.* [36], por sua vez, propõem um algoritmo cujo objetivo é ordenar os nós pais com base em sua relevância para o nó filho. Em seguida, com os nós pais ordenados por ordem de relevância, deve-se gerar as funções ponderadas com base na relevância dos nós pais e, finalmente, aplicá-las como funções de probabilidade dos nós.

Por outro lado, Fenton *et al.* [20] propõem uma abordagem que utiliza Nós Ranqueados (NR). Essa abordagem é baseada numa distribuição normal duplamente truncada (TNormal)

que usa como média um tipo de função ponderada em função dos valores dos nós pais. Essa distribuição é baseada em quatro parâmetros:  $\mu$ , média (i.e., tendência central);  $\sigma^2$ , variância (i.e., confiança dos resultados);  $a$ , limite inferior (i.e., 0); e  $b$ , limite superior (i.e., 1). Essa distribuição permite que quem a utilize modele uma variedade de formas (i.e., relacionamentos). Por exemplo: uma distribuição uniforme ( $\sigma^2 = \infty$ ) e distribuições muito enviesadas ( $\sigma^2 = 0$ ). Na Figura 2.2 há alguns exemplos de funções TNormal.

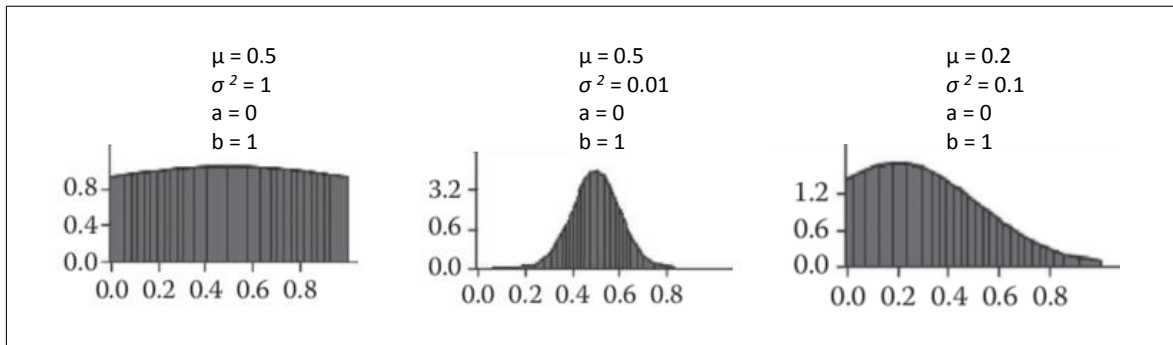


Figura 2.2: Exemplos de Funções TNormal.

Nessa abordagem,  $\mu$  é definido por uma função ponderada baseada nos nós pais. Existem quatro tipos de funções ponderadas: média ponderada (WMEAN), mínimo ponderada (WMIN), máximo ponderada (WMAX) e uma última função que mescla a WMIN e a WMAX (MIXMINMAX). De acordo com os autores, essas funções são suficientes para representar os tipos de relações necessárias para definir as TPN. Na Figura 2.3 ilustram-se exemplos de TPN calculadas com essas funções. Entretanto, apesar de WMEAN e MIXMINMAX apresentarem os mesmos valores, há uma diferença entre elas. A função WMEAN calcula a média ponderada dos nós pais, com base nos pesos de cada nó pai, e a função MIXMINMAX mescla as funções WMIN e WMAX, também com base nos pesos dos nós pais.

Para definir qual função deve ser utilizada, o indivíduo que está construindo o modelo deve definir perguntas para coletar respostas e definir as TPN. Tomando como base a RB representada na Figura 2.4, um exemplo de pergunta seria: “Se o estado do nó X1 for Muito Alto e o estado do nó X2 for Muito Baixo, qual o valor esperado para o nó Y?”. Baseado nas respostas, o indivíduo que está construindo a RB deve definir qual a função e quais os pesos adequados para definir as TPN. A variância deve ser definida empiricamente e deve refletir



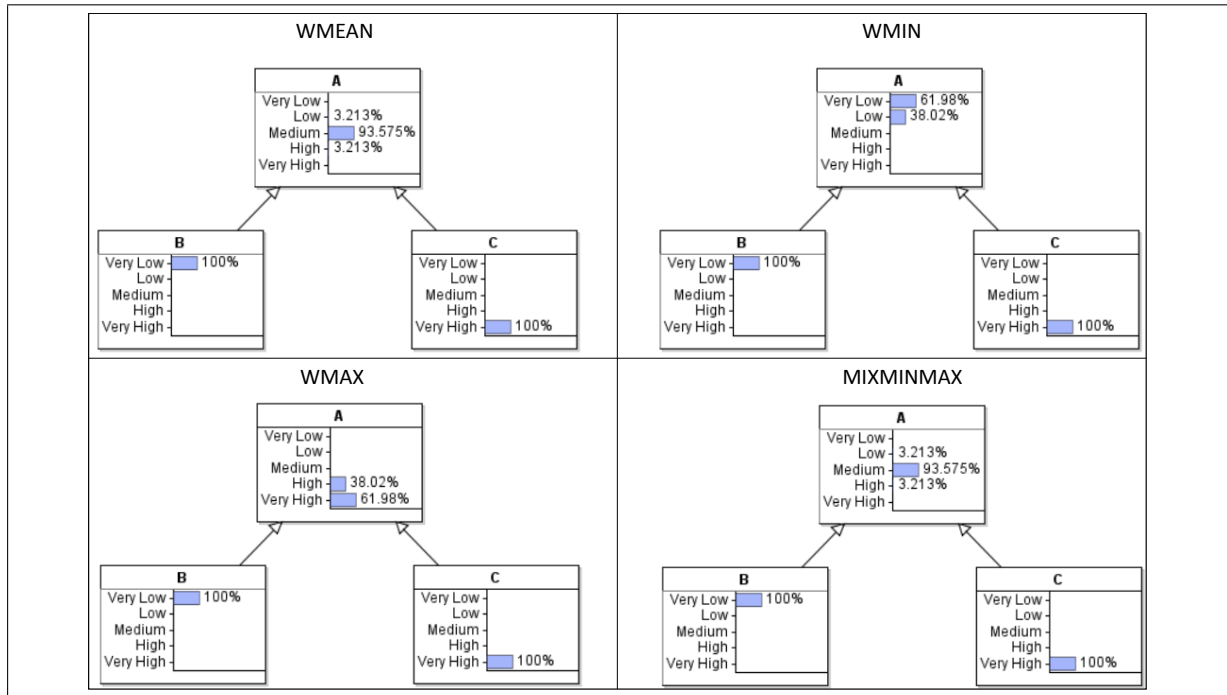


Figura 2.3: Exemplos das Funções Ponderadas.

a confiança dos especialistas nos resultados.

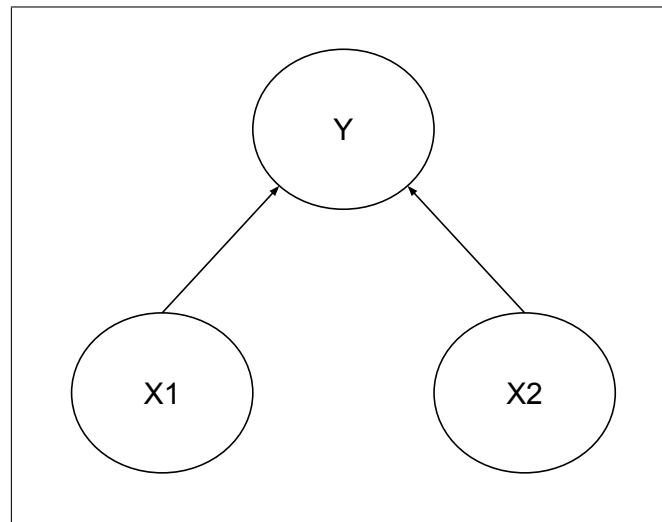


Figura 2.4: Exemplo de Nó Filho com Dois Pais.

Entretanto, a base da abordagem proposta em [20] consiste em mapear os estados dos nós em uma escala numérica. Logo, quanto menos precisa a tendência central do nó filho, mais vaga será a distribuição da função atribuída. Como forma de mitigar esses problemas, em

[37] é proposta uma abordagem similar. Contudo, nessa abordagem, em vez do especialista avaliar a função de probabilidade de um determinado nó filho atribuindo a qual dos estados desse nó a tendência central corresponde, são atribuídas probabilidades para cada um dos estados do nó filho - a soma dessas probabilidades deve ser igual a 1. De acordo com o autor, essa abordagem provê uma transparência maior na elicitación dos pesos dos nós pais na função ponderada.

## Capítulo 3

# Revisão Literária

Neste capítulo, é explicado o processo de revisão literária adotado, desde a definição da questão de pesquisa e das *strings* de busca, aos resultados. Também são apresentados alguns trabalhos relacionados.

### 3.1 Descrição do Processo

Como forma de elencar os fatores que influenciam a qualidade do TE no contexto de projetos ágeis, foi realizada uma Revisão Literária, adotando características essenciais de Revisões Sistemáticas, para garantir uma maior quantidade de trabalhos relevantes e fatores encontrados. Tomando como base o guia para realizar Revisões Sistemáticas em Engenharia de Software [38], o único passo que não foi executado nesta Revisão Literária foi o de Avaliação da Qualidade dos Trabalhos. Na Figura 3.1 ilustra-se uma visão resumida do processo desta revisão.

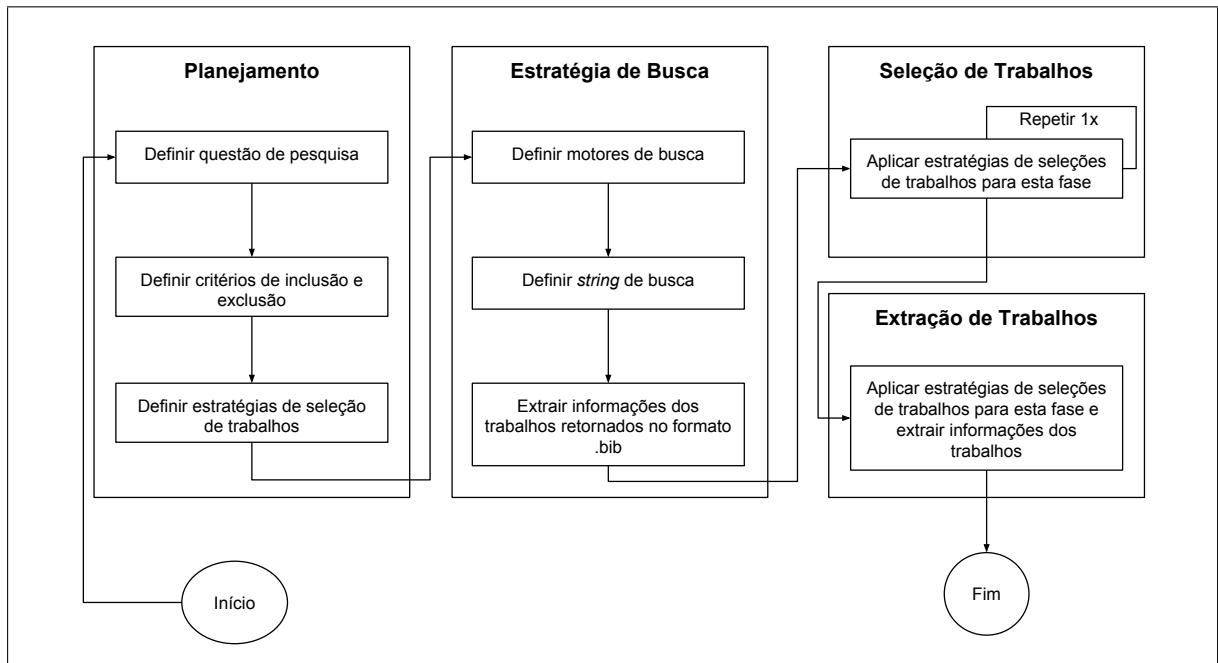


Figura 3.1: Etapas do Processo de Revisão Literária.

Para auxiliar no gerenciamento das informações relacionadas à grande quantidade de trabalhos encontrada nesta revisão ao longo de suas fases, decidiu-se utilizar a ferramenta *StArt*<sup>1</sup>.

A primeira fase desta Revisão Literária diz respeito ao seu planejamento. Como houve a necessidade de identificar quais fatores influenciam o TE, definiu-se a seguinte questão de pesquisa para guiar esta revisão: *Quais os fatores-chave que influenciam a qualidade do TE no contexto de projetos ágeis?*. Baseado nessa questão de pesquisa, foi possível definir os critérios de inclusão e exclusão dos trabalhos encontrados, que estão apresentados na Tabela 3.1.

<sup>1</sup>[http://lapes.dc.ufscar.br/tools/start\\_tool](http://lapes.dc.ufscar.br/tools/start_tool)

Tabela 3.1: Critérios de Inclusão e Exclusão

Critérios de Inclusão	Critérios de Exclusão
Apresenta pelo menos um fator-chave que influencia a qualidade do Trabalho em Equipe no contexto de projetos ágeis.	Não está relacionado ao contexto de projetos ágeis.
	Não apresenta nenhum fator-chave que influencia a qualidade do Trabalho em Equipe no contexto de projetos ágeis.
Apresenta relacionamentos entre os fatores-chave que influencia a qualidade do Trabalho em Equipe em projetos ágeis.	Não está relacionado ou não é aplicado ao contexto da indústria.
	<i>Grey Literature</i> .
	Não está escrito em inglês.

Além dos critérios de inclusão e exclusão, também foram definidas as estratégias de leitura para classificar os trabalhos. Para a etapa de Seleção de Trabalhos, definiu-se que seriam analisados os seus títulos, resumos e suas palavras-chave. Essa etapa foi executada duas vezes. A segunda execução da Seleção de Trabalhos foi essencial para classificar alguns trabalhos em que houve dúvida em relação à sua classificação (i.e., relevante ou irrelevante).

Em seguida, para a Etapa de Extração dos Trabalhos, decidiu-se que seriam analisadas, além das propriedades da Seleção de Trabalhos, a Introdução e a Conclusão. Caso essas duas últimas propriedades não fossem suficientes para definir se um determinado trabalho é considerado relevante ou não, foi definido que todo o conteúdo do trabalho seria analisado. Finalmente, após finalizada essas duas etapas, todos os trabalhos relevantes restantes foram analisados por completo para extrair as informações necessárias para responder a questão de pesquisa.

Após a definição da questão de pesquisa, dos critérios de inclusão e exclusão e das estratégias de seleção dos trabalhos, deu-se início a definição da estratégia de busca. Para isso, foi necessário definir os motores de busca nos quais seriam coletados os trabalhos e as *strings* de busca. Os motores de busca escolhidos foram: *ACM*<sup>2</sup>, *IEEE*<sup>3</sup>, *Scopus*<sup>4</sup>, *Science Direct*<sup>5</sup>

<sup>2</sup><http://dl.acm.org/>

<sup>3</sup><http://ieeexplore.ieee.org/Xplore/home.jsp>

<sup>4</sup><http://www.scopus.com/>

<sup>5</sup><http://www.sciencedirect.com/>

e *Google Scholar*<sup>6</sup>. A *string* de busca definida para esta revisão foi: ("agile methods"AND "key factors") OR ("agile methodologies"AND "key factors") OR ("agile teams"AND "key factors") OR ("agile"AND "factors") OR ("teamwork").

Uma vez que os motores e a *string* de busca foram definidos, as informações dos trabalhos encontrados foram extraídas no formato .bib para poderem ser importadas e gerenciadas na ferramenta *StArt*. Em virtude da grande quantidade de trabalhos irrelevantes retornados pelo motor *Scopus*, decidiu-se limitar o período de publicação dos trabalhos nesse motor para o intervalo que vai do ano de 2010 à 2015.

Com as informações dos trabalhos importadas na ferramenta, deu-se início ao processo de revisão de fato. Seguindo as estratégias de seleção dos trabalhos, e realizando essas etapas conforme apresentado na Figura 3.1, 15 trabalhos foram considerados relevantes de acordo com a questão de pesquisa definida. A Figura 3.2 contém informações mais detalhadas sobre os trabalhos relevantes selecionados ao longo do processo.

---

<sup>6</sup><https://scholar.google.com.br/>

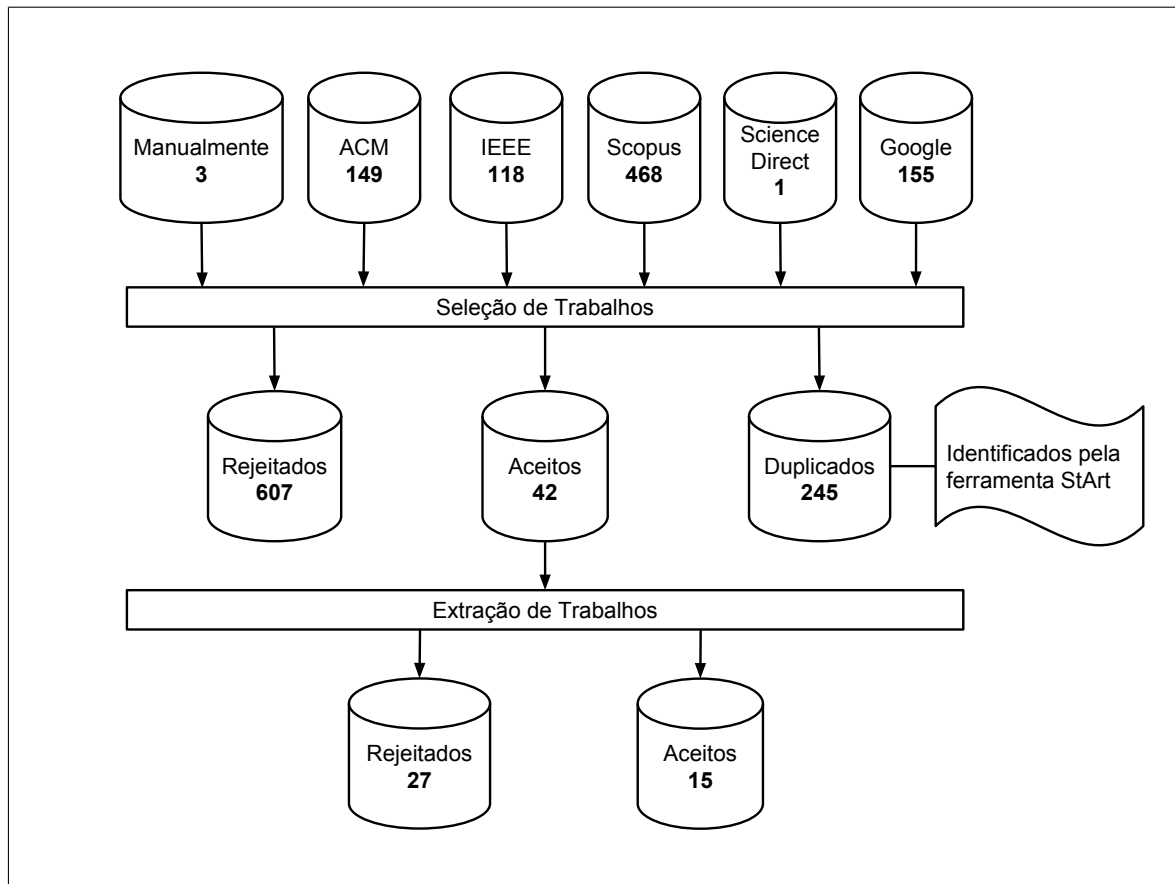


Figura 3.2: Processo de seleção de trabalhos relevantes.

## 3.2 Resultados

Finalmente, dentre os 15 trabalhos selecionados, foram identificados 20 fatores que influenciam a qualidade do TE em equipes ágeis. Esses fatores estão descritos na Tabela 3.2.

Tabela 3.2: Fatores-Chave que Influenciam a Qualidade do TE em Projetos Ágeis.

Fator	Conceito	Referência
Comunicação	Compartilhamento de informações entre os membros da equipe.	[14] [9] [39] [40] [41] [42] [43] [44]
Coordenação	Refere-se à execução das atividades por parte dos integrantes da equipe de maneira sincronizada e integrada.	[14] [9] [39] [41] [43]
Coesão	Atração interpessoal dos membros da equipe, seu compromisso com as tarefas da equipe, e espírito de grupo.	[14] [39] [41]
Confiança	A vontade de uma das partes ser vulnerável às ações de outra parte com base na expectativa de que o outro irá executar uma determinada ação importante para o cedente, independentemente da capacidade de monitorar ou controlar a outra parte.	[39] [41] [42] [45]
Cooperação/ Colaboração/ Suporte Mútuo	Refere-se ao conceito de compromisso por parte do time como um todo para alcançar os objetivos em comum.	[14] [39] [42] [44]
Diversidade de Valor	Os membros da equipe compartilham dos mesmos valores e objetivos.	[39]
Liderança Compartilhada	Autoridade na tomada de decisões e liderança deve ser compartilhada.	[9] [17] [41] [46] [10] [43]
Orientação da Equipe	Refere-se ao respeito mútuo entre os membros da equipe	[9] [17] [47] [40] [46] [10] [43]
Redundância	Capacidade dos membros da equipe poderem substituir uns aos outros na realização das atividades sem a necessidade de treinamento.	[9] [17] [40] [46]
Autonomia da Equipe	Refere-se à influência de agentes externos a equipe na realização das atividades da equipe.	[17] [10] [43]
Aprendizagem da Equipe/ Adaptabilidade	Habilidade de identificar mudanças no ambiente da equipe e ajustar as estratégias de acordo com o necessário.	[17] [47] [41] [46] [10] [43]
Monitoramento	Sincronização da equipe com relação às atividades e problemas.	[9] [46] [43]
Feedback	Refere-se ao ato de prover, encaminhar e receber informações relacionadas ao desempenho dos membros da equipe.	[9] [43]
Cultura	Conjunto de experiências, compreensões e significados compartilhados entre os membros da equipe.	[40]
Personalidade	Personalidade dos indivíduos que compõem a equipe.	[48] [40] [41]
Distribuição da Equipe	A distribuição física da equipe.	[48]
Tamanho da Equipe	A quantidade de pessoas na equipe.	[48]
Balanço das Contribuições dos Membros da Equipe	A capacidade de todos os membros da equipe contribuírem com todo o conhecimento necessário para o desenvolvimento das atividades.	[14]
Esforço	Compartilhamento da carga de trabalho e priorização das tarefas da equipe em relação a outras obrigações são indicadores do esforço de membros da equipe para exercer as tarefas em comum.	[14]
Motivação	Motivação dos membros da equipe para realizar as atividades e trabalhar em grupo.	[49]

Além dos resultados encontrados nesta revisão literária, também foi possível identificar



alguns fatores-chave em outras fontes. Um exemplo é a *Comparative Agility*<sup>7</sup>, uma ferramenta *web* que permite avaliar o quão ágil uma organização é em relação a outras. De acordo com o seu *website*, essa ferramenta é considerada a mais abrangente em relação à avaliação ágil na indústria. Essa avaliação é feita com base em um *survey online* organizado em sete dimensões e trinta e duas características. Uma das dimensões consideradas nessa ferramenta é o *Trabalho em Equipe*. Essa dimensão é dividida em três características (i.e., Composição da Equipe, Gerenciamento e Comunicação). Para cada uma dessas características, há perguntas relacionadas a fatores que influenciam essas características. A Figura 3.3 representa o relacionamento entre a dimensão *Trabalho em Equipe*, suas características e os aspectos que contribuem para a boa qualidade dessas características.

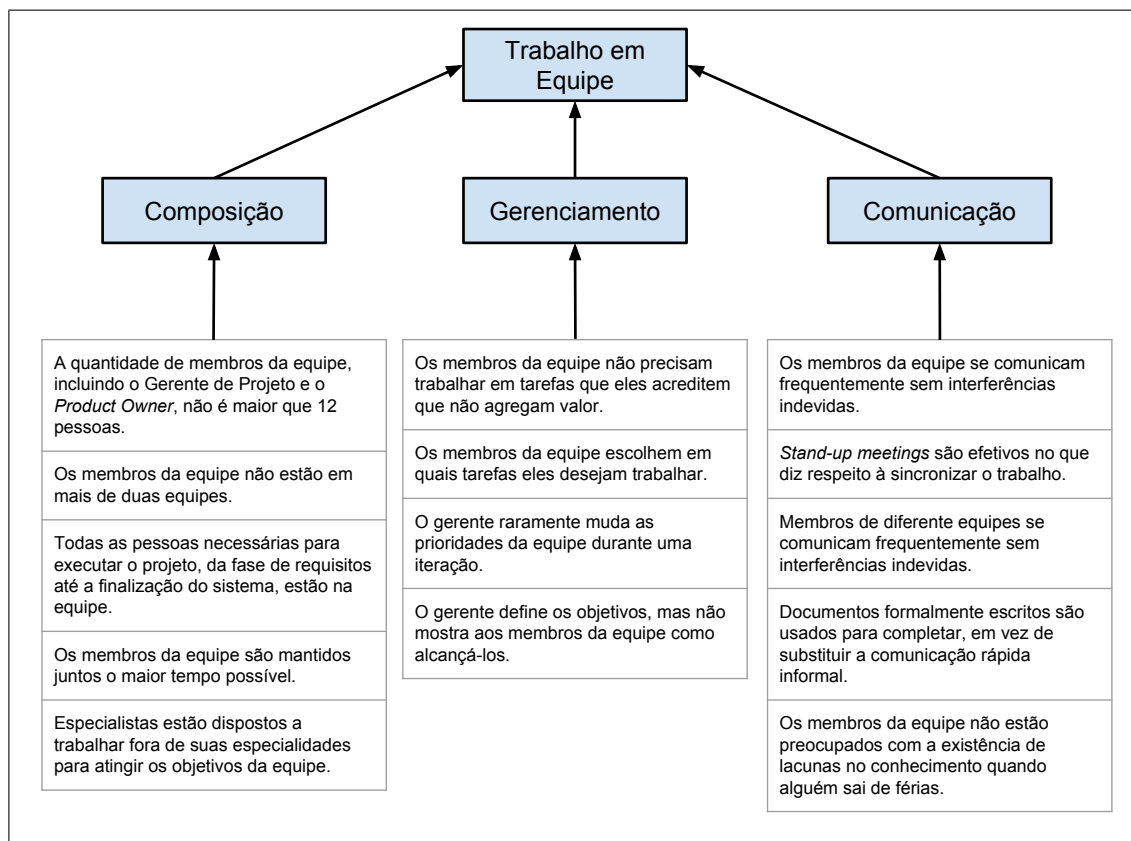


Figura 3.3: Representação do Trabalho em Equipe na Ferramenta *Comparative Agility*.

<sup>7</sup><https://comparativeagility.com/>

### 3.3 Trabalhos Relacionados

Como forma de elencar soluções similares, alguns trabalhos, em conjunto com outros identificados no processo descrito na Seção 3.1, foram investigados para garantir que esta pesquisa é relevante, e não repetir suas limitações. Nesses trabalhos, são abordados métodos para avaliar a qualidade do TE, além da importância de garantir a alta qualidade desse fator.

Amengual *et al.* [16] afirmam que, atualmente, no âmbito da Engenharia de Software, muita atenção está sendo dada aos aspectos humano e cooperativos. Com base nessa afirmação, os autores apresentam um modelo de avaliação do TE baseado na norma SPICE (i.e., ISO/IEC 15504-5 [50]), além de um processo para utilizar esse modelo. De acordo com os autores, no contexto de desenvolvimento de software, antes da publicação de seu trabalho, não existia um *framework* comum que poderia ser utilizado como referência para avaliação do TE em equipes de desenvolvimento de software. Portanto, eles sugerem que o seu trabalho pode ser utilizado como referência. Nesse modelo, quatro fatores relacionados ao TE são considerados: *Gerenciamento*, *Composição da Equipe*, *Comunicação* e *Motivação*.

Para utilizar a solução proposta por Amengual *et al.*, o usuário deve responder perguntas relacionadas às dimensões contempladas no modelo e, em seguida, analisar suas próprias respostas. Contudo, não fica explícito como os fatores abordados no modelo se relacionam para apontar o estado atual da qualidade do TE. Além disso, como esse trabalho é voltado para equipes de desenvolvimento de software em geral, o modelo de referência não contempla vários aspectos essenciais de equipes ágeis.

Hoegl *et al.* [14] conceitualizam a qualidade do TE como a qualidade das interações entre os membros de um time. Os autores propõem seis características indicadoras de colaboração no trabalho, e as combinam como fatores determinantes para a qualidade do TE. Essas seis características são: *Comunicação*, *Coordenação*, *Balanço da Contribuição dos Membros*, *Suporte Mútuo*, *Esforço* e *Coesão*.

Baseando-se nessas características e nos dados coletados nesse trabalho, os autores propõem um modelo de regressão linear onde a variável dependente é a qualidade do TE, e as seis características supracitadas são as variáveis independentes. Esses dados foram coletados em entrevistas com equipes de desenvolvimento, gerentes de projeto e gerentes que não são parte da equipe para avaliar a veracidade da seguinte proposição: “a qualidade do TE

está positivamente relacionada com o sucesso de projetos inovadores”. De acordo com os autores, a utilização desse modelo provê uma medição da colaboratividade nas atividades da equipe com foco na qualidade das interações entre os indivíduos em vez das atividades em si.

Entretanto, o conceito de qualidade do TE atrelado aos seis fatores descritos por Hoegl *et al.* [14] correspondem apenas ao grau de colaboração da equipe, não contemplando outros fatores como *Auto-Organização* e *Redundância*. Além disso, apesar do contexto de projetos inovadores ser similar ao de projetos ágeis [19], em [14] não há informações relacionadas às metodologias utilizadas nos projetos em que os indivíduos entrevistados trabalharam.

Moe *et al.* [17] propõem uma ferramenta que, segundo eles, contempla aspectos e características essenciais em uma equipe ágil que precisam ser abordadas para garantir a alta qualidade do TE. Essas características são distribuídas em cinco dimensões: *Liderança Compartilhada*, *Orientação da Equipe*, *Redundância*, *Aprendizagem da Equipe* e *Autonomia da Equipe*. Os conceitos dessas dimensões estão apresentados na Tabela 3.2. Os resultados do instrumento são apresentados em um gráfico de radar, que representa o status atual do TE. Para avaliar a qualidade do TE, é necessário responder um conjunto de perguntas para cada dimensão e, baseado nas respostas para essas perguntas, assinalar uma pontuação numa escala de 0 à 10 para cada dimensão. Essa ferramenta também é utilizada em [10].

De acordo com os autores de [17], pesquisadores e pessoas que atuam na indústria reconhecem que as cinco dimensões abordadas pela ferramenta são essenciais para o TE no contexto de desenvolvimento ágil. Além disso, a ferramenta é considerada apropriada para verificar mudanças na qualidade do TE ao longo do tempo. Entretanto, essa abordagem não considera outros fatores essenciais à qualidade do TE (e.g., *Comunicação*). Além disso, não é explicado como cada pergunta influencia a cada dimensão, e como cada dimensão influencia a qualidade de TE. Outra limitação desse trabalho é que não há um processo definido que especifique como utilizar o instrumento proposto.

# Capítulo 4

## Modelo Proposto

O modelo proposto foi construído com base nos fatores-chave identificados na revisão literária, apresentados na Seção 3.2. Contudo, como há diversas metodologias ágeis e práticas difundidas, não é possível representar fielmente o TE e os fatores que contribuem para sua qualidade de todo o universo de equipes ágeis possíveis. Portanto, o modelo proposto neste trabalho é genérico e tem como objetivo representar uma equipe ágil colocalizada de acordo com os principais fatores encontrados na literatura. Ao ser utilizado, é possível adaptá-lo de acordo com o projeto em questão (e.g., a equipe é distribuída ou usa programação em pares). Por outro lado, espera-se que o esforço para tal seja mínimo.

Decidiu-se utilizar RB para construir tal modelo em virtude da sua adequação para modelar incertezas em um determinado domínio [18], além da facilidade para modelar e quantificar os relacionamentos entre os fatores-chave que influenciam a qualidade do TE.

O processo para construção do modelo é apresentado na Seção 4.1. Os procedimentos para utilização do modelo e sua adaptação conforme o contexto do projeto são apresentados na Seção 4.2.

### 4.1 Construção e Apresentação do Modelo

Conforme apresentado na Seção 2.2, a construção de uma RB pode ser dividida em duas fases: a construção do GAD e a definição das funções de probabilidade. Portanto, neste capítulo, serão descritas essas duas fases do processo de construção do modelo proposto neste trabalho.

Um especialista em métodos ágeis foi entrevistado para ajudar no processo de construção do modelo. Como o processo para a construção do modelo foi dividido, as entrevistas com esse especialista foram definidas de acordo com essas fases: uma para a construção do GAD e a outra para definir as funções de probabilidade. Além da experiência com métodos ágeis, o especialista também possui conhecimento sobre RB, o que facilitou para que as entrevistas fossem bem-sucedidas.

O especialista entrevistado é *Scrum Master* e *Product Owner* certificado pela *Scrum Alliance*<sup>1</sup>, e possui MBA em Gerenciamento de Projetos. Além disso, há cinco anos trabalha como líder de equipe em projetos de desenvolvimento de software geridos com métodos ágeis.

#### 4.1.1 Construção do GAD

Foi decidido dividir esta fase da construção do modelo em duas etapas: identificação dos nós que compõem o modelo e seus relacionamentos; e a definição dos possíveis estados de cada nó.

##### Identificação dos Nós e seus Relacionamentos

No início da entrevista para construir o GAD, foi decidido adotar uma abordagem *top-down*, onde os nós seriam decompostos em nós considerados menos subjetivos, a partir do nó principal (i.e. *Trabalho em Equipe*). Esses nós foram decompostos com base em argumentos lógicos e dados extraídos da revisão literária. Esse processo foi repetido até garantir que os nós folha do GAD (i.e., nós de entrada do modelo) fossem considerados observáveis, garantindo que seria menos subjetivo alimentar esses nós do que outros de níveis acima. O especialista tomou como base a Tabela 3.2 para definir os nós do GAD e seus relacionamentos.

Portanto, a seguir, são apresentados os argumentos, baseados na literatura e nos conhecimentos do especialista, que justificam os relacionamentos entre os nós. Assim como na entrevista para identificar os nós do modelo e seus relacionamentos, a apresentação da estrutura do GAD também será feita de maneira *top-down*.

---

<sup>1</sup><https://www.scrumalliance.org/>

De acordo Mullen *et al.* [51], *Coesão* refere-se à atração interpessoal entre os membros da equipe, o compromisso deles com as atividades e o espírito de equipe. Outros pesquisadores afirmam que a *Coesão* é um fator-chave que influencia a qualidade do TE [14; 41; 39]. Além disso, *Autonomia da Equipe* é um outro importante fator que influencia a qualidade do TE [43; 17; 10]. Moe *et al.* [17] descrevem esse fator como a capacidade da equipe de regular seus próprios limites, levando em consideração as influências externas no que diz respeito ao gerenciamento e a execução das atividades da equipe. Assim, se uma equipe ágil apresenta alto grau de coesão e autonomia, há uma alta probabilidade do TE ter boa qualidade.

Conforme descrito no Manifesto ágil, para garantir que uma equipe ágil é coesa, é necessário que ela seja auto-organizável [2]. Além disso, também é descrito que os membros da equipe precisam ter compromisso com a equipe de modo a garantir que o objetivo comum seja alcançado [42; 14; 44; 39]. Assim, decidiu-se adicionar os nós *Auto-Organização* e *Colaboração* como nós pai de *Coesão*. Na Figura 4.1 ilustra-se a representação gráfica da versão inicial do GAD.

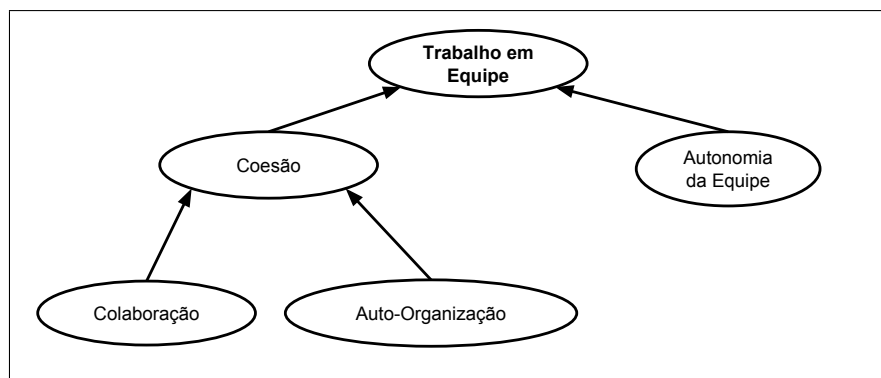


Figura 4.1: Versão inicial do GAD.

Em [17], os autores afirmam que a *Aprendizagem da Equipe*, *Liderança Compartilhada* e a *Redundância* são características importantes em equipes auto-organizáveis. Os autores descrevem essas características, respectivamente, como: a habilidade da equipe em identificar mudanças no seu ambiente e adaptar-se às novas estratégias conforme necessário; divisão da autoridade e liderança no processo de tomada de decisões; e a capacidade dos membros da equipe substituírem uns aos outros em suas respectivas atividades. Outros estudos sugerem

que esses fatores precisam ser levados em consideração para garantir a alta qualidade do TE [47; 43; 46; 9; 17; 10; 41].

Em outros trabalhos [46; 40; 9], o *Expertise* dos membros da equipe para realizar as atividades também é considerado um fator importante para equipes auto-organizáveis. Contudo, dado que o contexto desta pesquisa é de equipes ágeis, e que é necessário haver *Redundância* nessas equipes para que elas sejam boas do ponto de vista técnico, foi decidido adicionar o nó *Expertise* ao modelo como nó pai de *Auto-Organização*. Dessa forma, esse nó não compreende apenas as capacidades técnicas dos membros da equipe, mas também a capacidade deles substituírem uns aos outros, sem que haja perda na produtividade. Além do nó *Expertise*, também foram adicionados os nós *Aprendizagem da Equipe* e *Liderança Compartilhada* como nós pai de *Auto-Organização*, conforme apresentado na Figura 4.2.

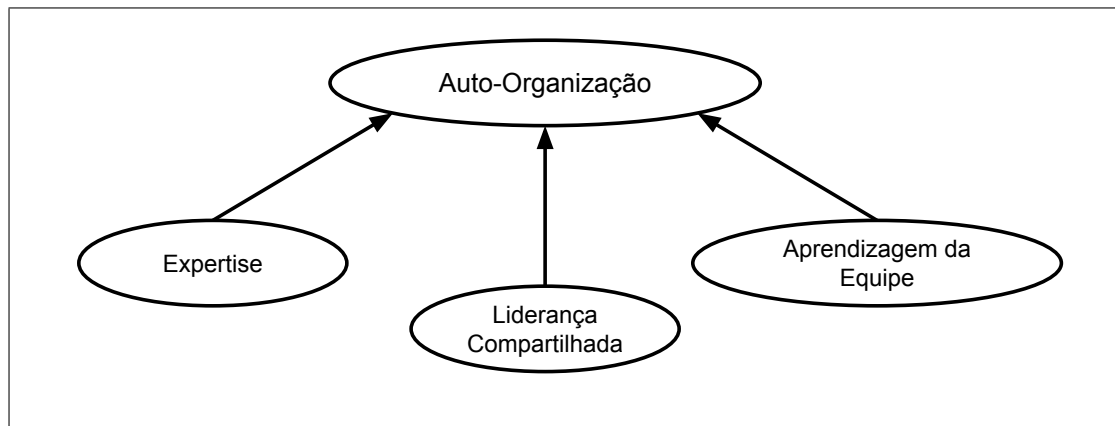


Figura 4.2: Representação do Nó *Auto-Organização*.

Para que haja *Colaboração* em uma equipe, é necessário que seus integrantes trabalhem de forma coordenada. Hoegl *et al.* [14] descrevem *Coordenação* como a capacidade dos membros de uma equipe trabalharem de forma síncrona e integrada. Em alguns trabalhos, esse fator é descrito como chave para o TE [43; 14; 9; 41; 39]. De acordo com Salas *et al.* [52], a *Orientação da Equipe* está relacionada ao respeito mútuo entre os membros de equipe e a priorização dos objetivos da equipe em vez dos individuais. Esse fator é apontado como importante indicador do nível de *Colaboração* em uma equipe em vários trabalhos [47; 43; 46; 40; 9; 17; 10]. Logo, decidiu-se adicionar os nós *Coordenação* e *Orientação da Equipe* como nós pai de *Colaboração*.

Uma equipe bem orientada é fruto da união das diferentes personalidades de seus membros [40; 48; 41]. Além disso, o *Expertise* de seus membros e a *Redundância* entre eles aumenta o sentimento de respeito mútuo entre os membros da equipe e, consequentemente, a qualidade da *Orientação da Equipe*. Portanto, decidiu-se adicionar os nós *Atributos Pessoais* e *Expertise* como nós pais de *Orientação da Equipe*.

Para que haja *Coordenação* em uma equipe, é necessário que a *Comunicação* entre seus integrantes seja eficiente. Levando em consideração o fato de que o desenvolvimento ágil é baseado no compartilhamento implícito de conhecimento [1], *Comunicação* efetiva é uma característica obrigatória para garantir alta qualidade do TE em equipes ágeis [42; 43; 14; 44; 40; 9; 41; 39]. Além da *Comunicação*, as *Reuniões Diárias* são importantes para manter os membros sincronizados em relação ao andamento das atividades; remover possíveis barreiras; e evitar riscos [43; 46; 9]. Com base na definição de *Coordenação*, acredita-se que a eficiência desses fatores (i.e. *Comunicação* e *Reuniões Diárias*) é essencial em uma equipe que trabalha de forma coordenada. Logo, esses dois nós foram adicionados ao modelo como pais do nó *Coordenação*.

Na Figura 4.3, há a representação do nó *Colaboração*.

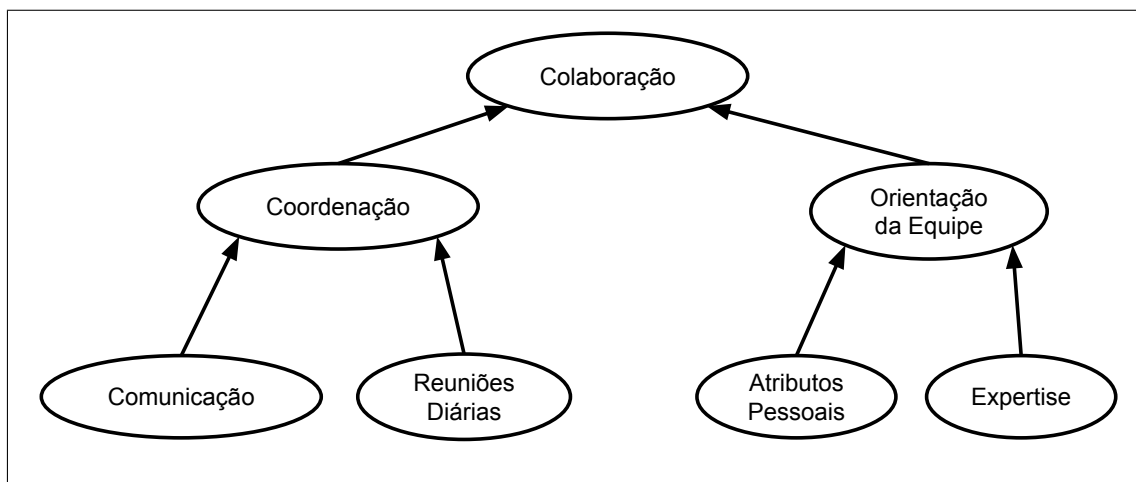


Figura 4.3: Representação do Nó *Colaboração*.

De acordo com Bustamante *et al.* [53], a equipe ágil ideal compartilha o mesmo local de trabalho e se comunica cara-a-cara diariamente. Assim, é possível concluir que a *Distribuição da Equipe* e os *Meios de Comunicação* adotados por ela influenciam a qualidade da *Comunicação*. Portanto, foi decidido adicionar os nós *Distribuição da Equipe* e *Meios*



de Comunicação como nós pais de Comunicação. Contudo, vale lembrar que para este modelo genérico, considera-se que as equipes são colocadas. Nesse caso, a *Distribuição da Equipe* refere-se ao compartilhamento do mesmo espaço de trabalho por todos os membros da equipe (e.g., os membros da equipe trabalham todos numa mesma sala, ou eles estão distribuídos em salas diferentes).

Para que as *Reuniões Diárias* sejam eficientes, é necessária a *Presença de Todos os Membros* da equipe para que eles possam saber o estado atual das atividades. Além disso, é necessário que o *Monitoramento* das atividades e das barreiras seja eficiente para garantir a alta qualidade dessas reuniões. Logo, esses dois nós (i.e., *Presença de Todos os Membros* e *Monitoramento*) foram adicionados ao modelo como pais de *Reuniões Diárias*.

Finalmente, na Figura 4.4 é apresentado o GAD do modelo.

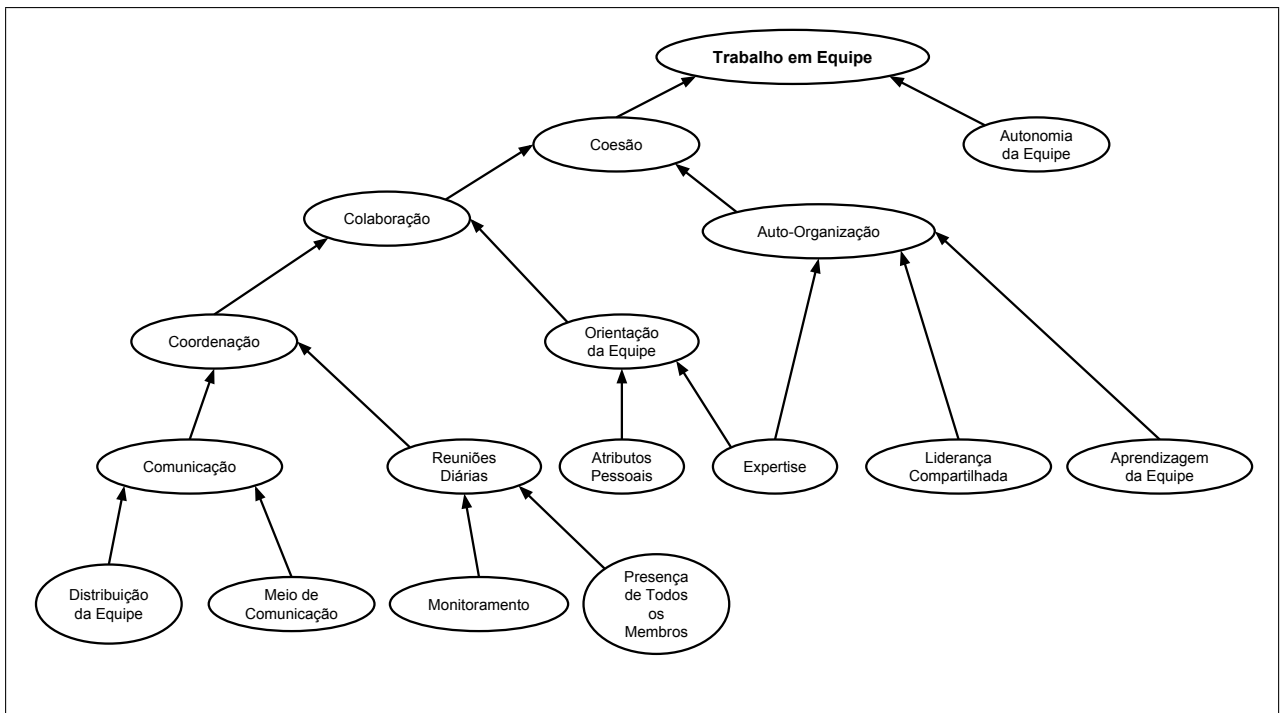


Figura 4.4: GAD do Modelo Proposto.

### Definição dos Estados dos Nós

Após identificar os nós do modelo e os relacionamentos entre eles, foi necessário definir quais os possíveis estados de cada nó. Como grande parte dos nós do GAD são subjetivos, o especialista julgou necessário utilizar algum artifício para minimizar o viés que pode ser in-

introduzido nos resultados calculados pelo modelo. Portanto, foi decidido representar cada nó do modelo como Nó Ranqueado em uma escala Likert de 5 pontos (i.e., Muito Baixo, Baixo, Médio, Alto e Muito Alto), onde cada possível ponto corresponde ao nível de qualidade do nó. Para facilitar o entendimento da escala, na Tabela 4.1 são apresentadas as descrições dos níveis extremos de qualidade (i.e., Muito Baixo e Muito Alto) de cada nó, conforme definido pelo especialista.

Tabela 4.1: Definição dos Estados Extremos dos Nós.

Nó	Estado	
Trabalho em Equipe	Muito Alto	Levando em consideração o conceito de TE neste trabalho, a sua qualidade é muito alta.
	Muito Baixo	Levando em consideração o conceito de TE neste trabalho, a sua qualidade é muito baixa.
Autonomia da Equipe	Muito Alto	Não há um agente externo interferindo em como a equipe executa suas tarefas. O agente externo colabora com a equipe para definir o que será executado e apenas quando adequado.
	Muito Baixo	Há um agente externo que sempre interfere em como a equipe deve executar suas atividades.
Coesão	Muito Alto	A equipe trabalha de forma coesa e síncrona, mantendo os objetivos da equipe como prioridade, com eficiência na auto-organização.
	Muito Baixo	A equipe não trabalha de forma coesa e síncrona, não mantendo os objetivos da equipe como prioridade, e sem eficiência na auto-organização.
Colaboração	Muito Alto	Há colaboração entre os membros da equipe para garantir o desenvolvimento do projeto.
	Muito Baixo	Não há colaboração entre os membros da equipe para garantir o desenvolvimento do projeto.
Auto-Organização	Muito Alto	A equipe é capaz de se auto-organizar com eficácia para encarar desafios e mudanças complexas.

Nó	Estado	
	Muito Baixo	A equipe não é capaz de se auto-organizar com eficácia para encarar desafios e mudanças complexas.
Coordenação	Muito Alto	A execução das atividades por parte dos integrantes ocorre de maneira síncrona e integrada.
	Muito Baixo	A execução das atividades por parte dos integrantes não ocorre de maneira síncrona e integrada.
Orientação da Equipe	Muito Alto	Membros confiam na equipe e se sentem motivados a trabalharem juntos para alcançar os objetivos da equipe.
	Muito Baixo	Membros não confiam na equipe e não se sentem motivados a trabalharem juntos para alcançar os objetivos da equipe.
Comunicação	Muito Alto	A comunicação entre os membros da equipe é efetiva.
	Muito Baixo	A comunicação entre os membros da equipe não é efetiva.
Reuniões Diárias	Muito Alto	Foi possível remover os obstáculos e sincronizar toda a equipe.
	Muito Baixo	Não foi possível remover os obstáculos e sincronizar toda a equipe.
Distribuição da Equipe	Muito Alto	Todos os membros da equipe compartilham o mesmo local de trabalho.
	Muito Baixo	Os membros da equipe estão distribuídos em locais diferentes, e o impacto negativo na eficiência da <i>Comunicação</i> é muito grande.
Meio de Comunicação	Muito Alto	Os membros da equipe comunicam-se cara-a-cara sempre que possível.
	Muito Baixo	Os membros da equipe evitam a comunicação cara-a-cara.

Nó	Estado	
Monitoramento	Muito Alto	Os membros da equipe externam suas dificuldades e seu progresso em relação às atividades realizadas de forma clara e objetiva.
	Muito Baixo	Os membros da equipe não relatam de forma clara as atividades nas quais estão envolvidos, ou aproveitam a oportunidade para justificar decisões que foram tomadas.
Presença de Todos os Membros	Muito Alto	Todos os membros da equipe estiveram presente durante as reuniões diárias.
	Muito Baixo	Em nenhuma das reuniões diárias todos os membros estavam presentes.
Atributos Pessoais	Muito Alto	A mistura de personalidades dos membros da equipe contribui para que eles se dêem bem entre si.
	Muito Baixo	A mistura de personalidades dos membros da equipe não contribui para que eles se dêem bem entre si.
Expertise	Muito Alto	Os membros da equipe possuem todo o conhecimento necessário para o desenvolvimento das atividades com interseção (capacidade de substituir uns aos outros na realização das tarefas).
	Muito Baixo	Os membros da equipe não possuem o conhecimento necessário para o desenvolvimento das atividades.
Liderança Compartilhada	Muito Alto	A autoridade na tomada de decisões e na liderança é compartilhada entre os membros da equipe.
	Muito Baixo	A autoridade na tomada de decisões e na liderança não é compartilhada entre os membros da equipe.
Aprendizagem da Equipe	Muito Alto	A equipe se adapta facilmente às mudanças que ocorrem durante o projeto.
	Muito Baixo	A equipe não tem capacidade de se adaptar às mudanças que ocorrem durante o projeto.

### 4.1.2 Funções de Probabilidade

Levando em consideração o que foi descrito na Seção 2.2, e o fato dos nós do modelo proposto neste trabalho serem NR, decidiu-se utilizar a abordagem apresentada por Laitila [37] para definir as funções de probabilidade do modelo proposto.

Para cada nó filho, o especialista teve que definir quais as probabilidades desse nó estar em cada estado, com base nos estados dos nós pai. Portanto, para um nó com dois pais, e tomando como exemplo a RB apresentada na Figura 2.4, o especialista precisou preencher as células em branco da Tabela 4.2 com as probabilidades esperadas, de forma que, para cada combinação possível  $\sum_{i=1}^n P_i = 1$ , onde  $P_i$  é a probabilidade de cada estado e  $n$  é a quantidade de estados possíveis do nó filho.

Tabela 4.2: Tabela para Definição das Funções de Probabilidade de Nós com Dois Pais.

		Valores Esperados para Y				
X1	X2	Muito Baixa	Baixa	Média	Alta	Muito Alta
Muito Alta	Muito Baixa					
Muito Baixa	Muito Alta					
Muito Alta	Média					
Média	Muito Alta					

De maneira análoga, para cada nó filho com três pais (e.g., Figura 4.5), porém com uma maior quantidade de combinações possíveis, o especialista precisou preencher as células em branco de uma tabela similar à Tabela 4.3.

Assim, de acordo com a quantidade de nós pai de um determinado nó, foram definidas tabelas para cada um dos nós presentes no modelo proposto, exceto os nós de entrada. Uma vez que essas tabelas foram definidas, o especialista, com a ajuda da ferramenta Agena-Risk<sup>2</sup>, calculou os resultados reais para cada estado. Foi decidido utilizar essa ferramenta porque nela são implementados os conceitos de NR, que foram aplicados nos nós do modelo proposto neste trabalho.

<sup>2</sup><http://www.agenarisk.com/>

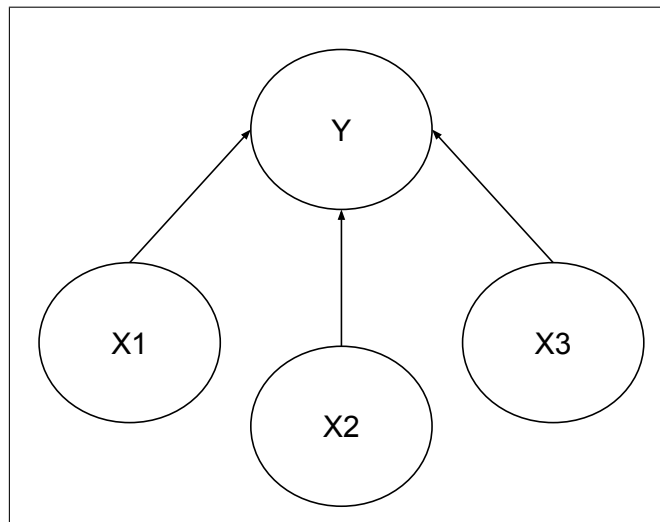


Figura 4.5: Exemplo de Nó Filho com Três Pais.

Tabela 4.3: Tabela para Definição das Funções de Probabilidade de Nós com Três Pais.

			Valores Esperados para Y				
X1	X2	X3	Muito Baixa	Baixa	Média	Alta	Muito Alta
Muito Alta	Muito Alta	Muito Baixa					
Muito Alta	Muito Baixa	Muito Alta					
Muito Baixa	Muito Alta	Muito Alta					
Muito Baixa	Muito Baixa	Muito Alta					
Muito Baixa	Muito Alta	Muito Baixa					
Muito Alta	Muito Baixa	Muito Baixa					

Esses cálculos foram feitos diversas vezes, pois há a necessidade de definir qual função ponderada representa a tabela de probabilidade do nó em questão, além dos pesos de cada um dos nós pai pra aquela função. Logo, essas repetições são necessárias até que a função e os pesos adequados, que mais se aproximem dos valores esperados, sejam encontrados. Além disso, o processo de definição das funções de probabilidade por parte do especialista é muito importante, pois caso haja inconsistências na definição do GAD, é necessário reorganizar a estrutura do grafo para garantir a consistência entre os conceitos e relacionamentos que estão sendo representados. Finalmente, ao final desse processo, o modelo está pronto para ser utilizado. A Tabela 4.4 contém as funções e os pesos dos nós pai de todos os nós do modelo, exceto os nós de entrada.

Tabela 4.4: Definição das Funções de Probabilidade.

Nó	Função	Variância	Pais			Pesos		
			Pai 1	Pai 2	Pai 3	Peso do Pai 1	Peso do Pai 2	Peso do Pai 3
Trabalho em Equipe	WMEAN	0,0005	Coesão	Autonomia da Equipe	X	5	1	X
Coesão	WMIN	0,0005	Colaboração	Auto-Organização	X	3	3	X
Colaboração	WMIN	0,0005	Coordenação	Orientação da Equipe	X	5	5	X
Coordenação	WMEAN	0,0005	Comunicação	Reuniões Diárias	X	1	1	X
Comunicação	WMIN	0,0005	Distribuição da Equipe	Meio de Comunicação	X	3	5	X
Reuniões Diárias	WMIN	0,0005	Monitoramento	Presença de Todos os Membros	X	7	7	X
Orientação da Equipe	WMIN	0,0005	Atributos Pessoais	Expertise	X	5	5	X
Auto-Organização	WMIN	0,0005	Expertise	Liderança Compartilhada	Aprendizagem da Equipe	3	1	1

## 4.2 Procedimento para Utilização

Para utilizar o modelo proposto, propõe-se que seja utilizado o procedimento apresentado por Perkusich *et al.* [21], com algumas diferenças em determinados passos. Esse procedimento é baseado em RB para detectar problemas em processos de desenvolvimento de software. Apesar do foco da aplicação desse procedimento em [21] ser diferente do foco desta pesquisa, a adoção dele no contexto da avaliação do TE é simples, já que RB são utilizadas e há o foco em garantir a melhoria contínua. Além disso, o fato da sequência de etapas ser genérica (i.e., não há especialização de nenhuma etapa para um determinado contexto), também torna mais fácil a sua aplicação em outro contexto.

Propõe-se que esse procedimento seja aplicado ao final das iterações, para que os resultados calculados pelo modelo sejam discutidos em Reuniões de Retrospectiva e utilizados como base no Planejamento de novas iterações, para resolver os problemas que ocorreram.

O método proposto por Perkusich *et al.*, apresentado na Figura 4.6, contém cinco etapas. Os objetivos das etapas desse método podem ser facilmente adaptados para os propósitos desta pesquisa conforme explicado a seguir. Mais especificamente, a adaptação do procedimento é feita nas etapas I, II e IV, onde há a, praticamente, a exclusão da etapa I.

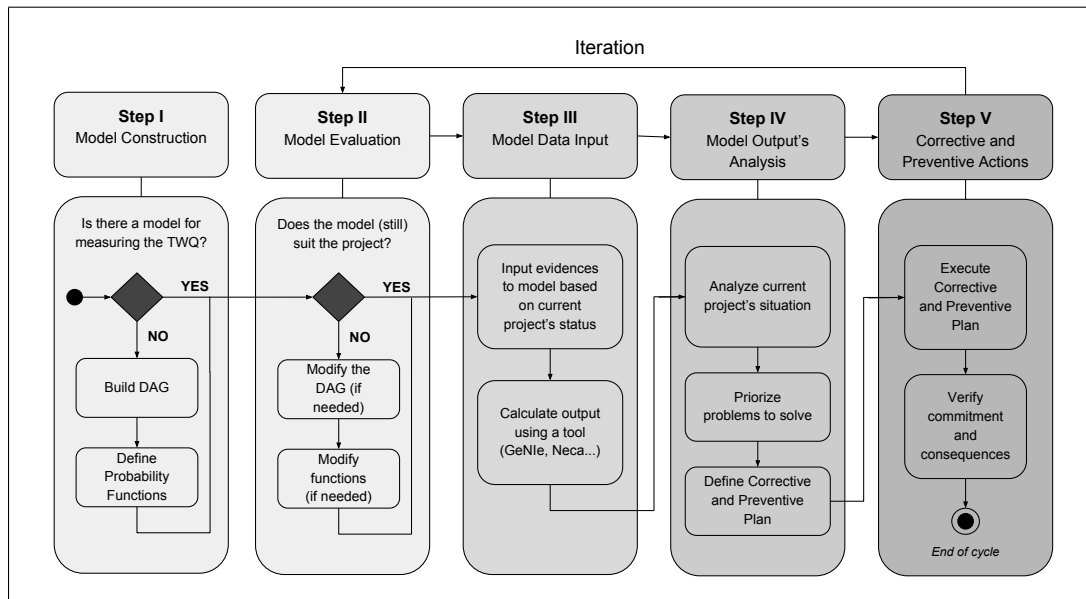


Figura 4.6: Procedimento para Utilização do Modelo Proposto.

### **Etapa I - Construção do Modelo**

O objetivo desta etapa do procedimento é: obter uma RB em que seus nós e os relacionamentos entre eles representem bem a dependência da qualidade do TE em relação aos seus fatores-chave, no contexto da equipe em que o procedimento será aplicado. Na Seção 2.2 há a descrição detalhada do processo de construção de uma RB. Entretanto, neste trabalho já é proposto um modelo genérico que representa o relacionamento entre os fatores-chave que contribuem para a qualidade do TE. Portanto, como a essência de equipes ágeis é constante, com exceção de algumas práticas adotadas e sua distribuição geográfica, esta etapa do procedimento não necessita ser executada, pois o modelo genérico apresentado neste trabalho é considerado a sua saída.

### **Etapa II - Avaliação do Modelo**

Esta é a primeira etapa da parte cíclica do procedimento. Após a construção do modelo, o próximo passo é definir o período de duração do ciclo (e.g., para processos iterativos, o tempo de duração de um ciclo pode ser definido como o tempo de duração da iteração) e em que momento cada etapa será executada. Uma vez que o tempo de duração do ciclo e o momento de execução de cada etapa é definido, começa, de fato, a Etapa II.



Nesta etapa, é necessário avaliar o modelo para checar se ele está de acordo com o contexto atual da equipe em que será aplicado. Levando em consideração que apenas a distribuição dos membros da equipe e as práticas ágeis adotadas diferem de uma pra outra, apenas os nós pai de *Coordenação* devem ser modificados para que o modelo se adeque ao contexto da equipe em que será aplicado.

A seguir são apresentados dois exemplos de possíveis modificações no modelo:

#### 1. Equipe Distribuída

Em equipes distribuídas, não é possível considerar que o principal meio de comunicação adotado pelos seus membros vai ser a conversa cara-a-cara. Dessa forma, seria possível substituir os pais do nó *Comunicação* (i.e., *Distribuição da Equipe* e *Meio de Comunicação*) por *Frequência* e *Eficiência*. Esses fatores precisariam ser observados com uma certa cautela, pois são mais subjetivos que *Distribuição da Equipe* e *Meio de Comunicação*.

Geralmente, em equipes distribuídas, são utilizadas listas de email e aplicativos de mensagens e vídeo para manter a comunicação dos membros das equipes centralizada. Portanto, seria necessário estar atento à *Frequência* e *Eficiência* da *Comunicação* nesses meios. Dessa forma, o modelo resultante dessa alteração ficaria conforme a Figura 4.7.

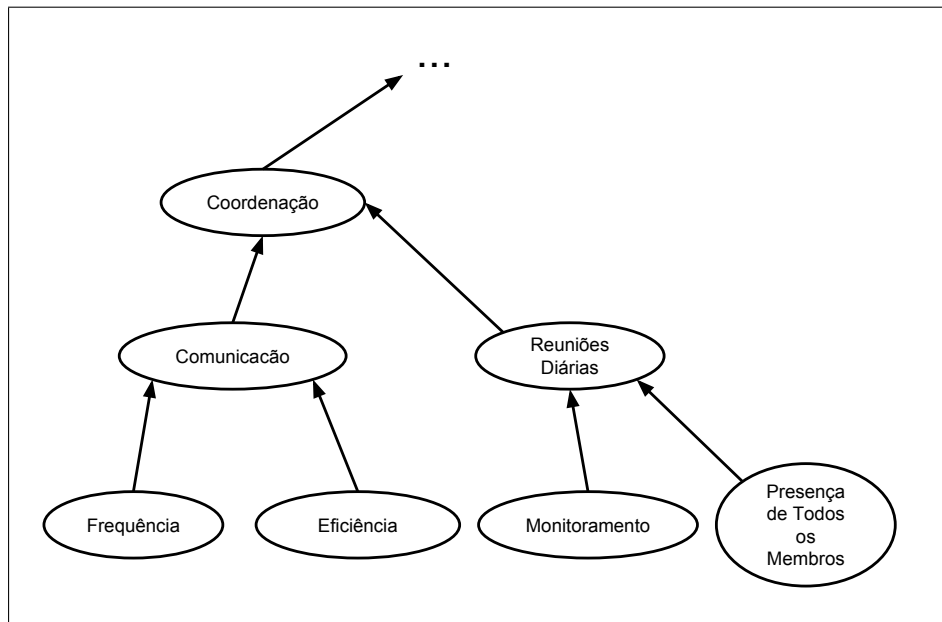


Figura 4.7: Exemplo de GAD para uma equipe distribuída.

## 2. Equipes geridas com *Extreme Programming* (XP)

Em equipes XP, as práticas de PP e Revisão de Código são consideradas benéficas. Portanto, em equipes XP que adotam essas duas práticas, seria necessário adicionar esses nós ao modelo. Isso poderia ser feito criando um nó *Práticas* e adicionando-o como filho de *Reuniões Diárias* e pai de *Coordenação*. Em seguida, os nós *Pair Programming* e *Revisão de Código* também seriam adicionados como pais do nó *Práticas*. Dessa forma, o modelo representaria bem uma equipe XP que faz uso, além de *Reuniões Diárias*, *PP* e *Revisão de Código*. Também seria possível adicionar nós pai aos nós *Revisão de Código* e *PP*, caso julgue necessário decompô-los em fatores menos subjetivos.

Portanto, na Figura 4.8 é apresentado o GAD do modelo pra uma equipe gerida com XP conforme descrita acima.

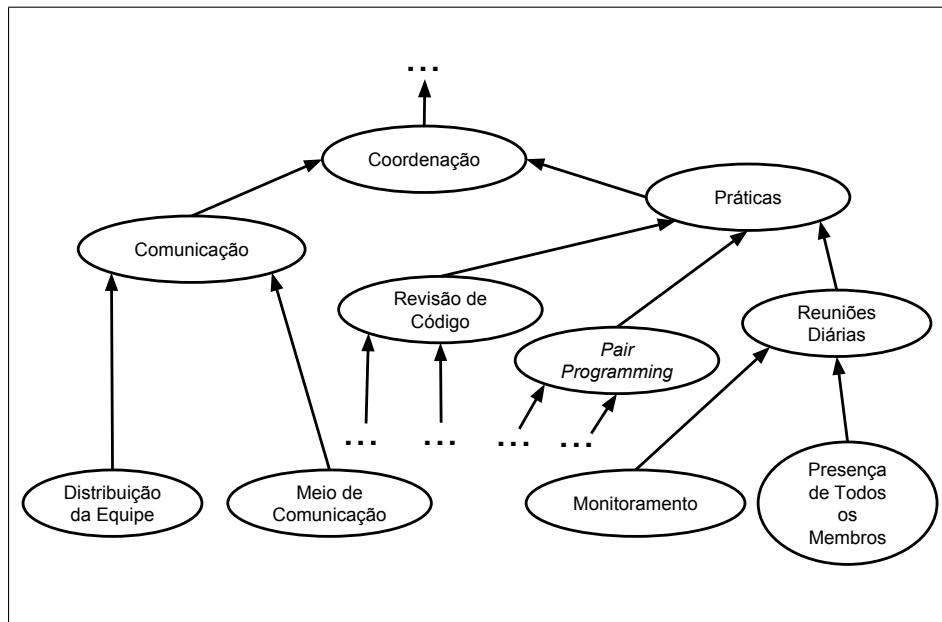


Figura 4.8: Exemplo de GAD para uma equipe gerida com XP.

Caso ocorra modificações no GAD, também é necessário redefinir as funções de probabilidade para os nós do modelo. Para isso, pode-se adotar a mesma estratégia apresentada na Seção 4.1.2. Propõe-se que essa etapa seja iniciada antes das Reuniões de Retrospectivas, garantindo que haverá tempo necessário para modificar o modelo, caso necessário, e finalizar a Etapa IV em tempo hábil para essas reuniões.

### **Etapa III - Alimentação do Modelo**

Nesta etapa, o usuário alimenta o modelo com os dados referentes aos seus nós de entrada conforme as observações feitas na equipe durante a iteração. Idealmente, todos os nós de entrada teriam evidências. Contudo, para os nós de entrada que não podem ser mensurados (i.e., não apresentam evidências), a incerteza deve ser a mesma para todos os possíveis estados desse nó.

Após alimentar os nós de entrada do modelo, as saídas devem ser calculadas usando uma ferramenta específica de RB (e.g., GeNIe<sup>3</sup>, AgenaRisk ou Netica<sup>4</sup>). Neste trabalho, foi utilizada a ferramenta AgenaRisk porque ela implementa os conceitos relacionados à NR,

<sup>3</sup><http://genie.sis.pitt.edu/>

<sup>4</sup><http://www.norsys.com/>

que foram adotados na construção do modelo. Os resultados calculados pelo modelo são probabilidades para cada estado dos nós, e representam o nível de qualidade de cada fator no estado atual do projeto.

A saída desta etapa são os resultados calculados pelo modelo para todos os nós, exceto os nós de entrada.

#### **Etapa IV - Análise dos Resultados**

Nesta etapa, o usuário deve analisar os resultados calculados pelo modelo para identificar problemas que impactam negativamente na qualidade do TE. O objetivo desta etapa é avaliar o estado atual do TE e elaborar um plano de ações preventivas e corretivas para aumentar as chances de sucesso do projeto. Há a possibilidade de utilizar análise de sensibilidade para priorizar a relevância dos problemas.

Como os fatores que influenciam a qualidade do TE são subjetivos, há a possibilidade de haver dificuldades na interpretação das saídas. Entretanto, sabe-se que a qualidade do TE tem influência na eficiência da equipe [14; 15]. Contudo, esse fator não depende apenas da qualidade do TE, mas também de outros fatores como planejamento, complexidade do produto, utilização de técnicas engenharia de software para desenvolvimento ágil, recursos, linguagem de programação e ferramentas [54]. Logo, para analisar os resultados calculados pelo modelo, propõe-se que os usuários os comparem com uma métrica de eficiência da equipe, adotando-os como indicadores dessa eficiência para verificar o impacto do TE nessa métrica.

O resultado da execução desta etapa é um plano de medidas preventivas e corretivas. Propõe-se que os resultados calculados pelo modelo sejam apresentados para toda a equipe durante as Reuniões de Retrospectiva, e que o plano de medidas preventivas e corretivas seja utilizado como base para o Planejamento das iterações.

#### **Etapa V - Ações Corretivas e Preventivas**

Nesta etapa do procedimento o plano de ações corretivas e preventivas é executado. A execução desse plano deve ocorrer durante todo o período da nova iteração, como forma de garantir a melhoria contínua da qualidade do TE. Ao final da iteração, é necessário verificar o compromisso da equipe em relação às ações que foram tomadas e quais as consequências

dessas ações na equipe.

# Capítulo 5

## Estudo de Caso

Estudo de caso é uma metodologia de pesquisa adequada para estudar fenômenos contemporâneos em seu contexto natural [55]. Com base nessa afirmação e na necessidade de avaliar o modelo e procedimento propostos neste trabalho, foi realizado um estudo de caso no Laboratório de Sistemas Embarcados e Computação Pervasiva (Embedded Lab)<sup>1</sup>. O Embedded Lab está localizado na Universidade Federal de Campina Grande (UFCG) e foi escolhido em virtude das suas relações envolvendo a academia e a indústria.

Vários projetos são executados no Embedded Lab em parceria com empresas, com o objetivo de desenvolver produtos de software. Em todos os projetos do Embedded Lab com foco em desenvolvimento de software, a metodologia para gestão e planejamento utilizada é o *Scrum*. Portanto, o contexto no qual este estudo de caso foi realizado é o da indústria, com utilização de *Scrum* como metodologia ágil adotada. Assim, os resultados e conclusões obtidos neste estudo de caso são referentes a esse contexto. O estudo de caso foi realizado em três equipes trabalhando em projetos de desenvolvimento de software, onde cada uma delas foi considerada uma unidade de análise. A duração deste estudo de caso foi de 45 dias (i.e., três iterações).

---

<sup>1</sup><http://www.embeddedlab.org/>

## 5.1 Design do Estudo de Caso

### 5.1.1 Objetivos

Para este estudo de caso, foram definidos dois principais objetivos:

1. Avaliar a fidelidade do modelo proposto para a avaliação da qualidade do TE de equipes *Scrum*, além de sua utilidade na detecção de oportunidades para melhorar a qualidade do TE;
2. Avaliar a utilidade do procedimento apresentado na Seção 4.2 no contexto da avaliação da qualidade do TE em projetos geridos com *Scrum*.

### 5.1.2 Objetos de Estudo

Os objetos de estudo são:

1. O modelo proposto para avaliar a qualidade do TE de equipes *Scrum*;
2. O procedimento proposto para utilização do modelo.

Logo, com base nos objetos de estudo definidos, deseja-se avaliar: a precisão do modelo proposto, a sua utilidade para auxiliar no gerenciamento de equipes *Scrum* e a facilidade de implementação e utilização do procedimento.

### 5.1.3 Questões de Pesquisa

Com base nos objetivos definidos para este estudo de caso, e visando alcançá-los, foram definidas as seguintes questões de pesquisa:

*QP1:* O modelo proposto mensura de forma precisa a qualidade do TE de equipes *Scrum*?

*QP2:* A utilização do modelo auxilia na detecção de oportunidades de melhoria do TE de equipes *Scrum*?

*QP3:* O processo de implementação e utilização do procedimento na rotina de equipes *Scrum* é simples?

*QP4*: O custo-benefício da aplicação do procedimento é positivo?

Dadas as questões de pesquisa definidas acima, as seguintes hipóteses foram definidas para respondê-las:

*H0-1*: O modelo proposto não mensura de forma precisa a qualidade do TE de equipes Scrum;

*HA-1*: O modelo proposto mensura de forma precisa a qualidade do TE de equipes Scrum;

*H0-2*: A utilização do modelo não auxilia na detecção de oportunidades de melhoria do TE de equipes Scrum;

*HA-2*: A utilização do modelo auxilia na detecção de oportunidades de melhoria do TE de equipes Scrum;

*H0-3*: O procedimento não é de fácil implementação e utilização;

*HA-3*: O procedimento é de fácil implementação e utilização;

*H0-4*: O custo-benefício em utilizar o procedimento não é positivo;

*HA-4*: O custo-benefício em utilizar o procedimento é positivo.

Assim, *H0-1* e *HA-1* estão relacionadas à *QP1*, *H0-2* e *HA-2* estão relacionadas à *QP2*, *H0-3* e *HA-3* estão relacionadas à *QP3*, e *H0-4* e *HA-4* estão relacionadas à *QP4*.

#### **5.1.4 Unidades de Análise**

Este estudo de caso foi realizado em três unidades de análise. Cada unidade análise corresponde à uma equipe trabalhando em um projeto de desenvolvimento de software sendo executado no Embedded Lab. Essas unidades de análise foram nomeadas de Equipe A, Equipe B e Equipe C.

A Equipe A estava trabalhando no desenvolvimento de um aplicativo para Desktop/Tablet x(86), Windows 8-10. Para o desenvolvimento desse projeto estavam sendo utilizadas



as tecnologias .NET, C# e NUnit, além do Visual Studio (com ReSharper) como IDE (*Integrated Development Environment*). De acordo com o *Scrum Master* desse projeto, o escopo da aplicação em desenvolvimento era relativamente simples, mas a diversidade das plataformas suportadas aumenta a sua complexidade. Contudo, inicialmente o cronograma inicial do projeto era tranquilo, mas a realocação de alguns membros da equipe para dar suporte a um projeto anterior estava dificultando o cumprimento do cronograma.

O aplicativo desenvolvido pela Equipe B é uma ferramenta para monitoramento e controle de ativos de segurança patrimonial, e, de acordo com *Scrum Master*, o escopo é complexo. Esse aplicativo estava sendo desenvolvido para Android e utiliza as tecnologias SIP e RTSP. O cronograma inicial do projeto foi descrito como simples. Entretanto, a dependência de um *Hardware* sendo desenvolvido por outra entidade poderia afetar o cumprimento desse cronograma.

A Equipe C estava desenvolvendo um aplicativo *web*, utilizando Django e Python. O produto final dependia da integração de outros componentes de software e *Hardware* desenvolvidos por outros projetos do Embedded Lab e também do cliente. De acordo com o *Scrum Master*, o cronograma inicial estava sendo cumprido no prazo, mas houveram algumas mudanças de requisitos que poderia comprometer o seu cumprimento.

Em todas as equipes, era utilizado o *Scrum* para gerenciamento dos projetos. A qualidade do TE é avaliada informalmente nessas equipes. Entretanto, nenhum mecanismo ou método é adotado para fazer essa avaliação. Basicamente, os membros da equipe tomam como base o que os *Scrum Masters* definem e as interações diárias para identificar oportunidades de melhoria no TE e no processo.

Na Tabela 5.1, há informações referentes às Unidades de Análise.

Tabela 5.1: Perfil das Unidades de Análise.

Característica	Equipe		
	A	B	C
Tamanho da Equipe	4	6	5
Experiência, em média de anos, dos integrantes da equipe participando em projetos de desenvolvimento de software.	2.5	2	2
Experiência, em média de anos, dos integrantes da equipe trabalhando em equipes ágeis.	1	1	2

### 5.1.5 Sujeitos

Para cada unidade de análise, os sujeitos que participaram deste estudo de caso são líderes de projeto que atuam como *Scrum Masters*. No Embedded Lab, esses sujeitos realizavam atividades relacionadas ao processo e o gerenciamento da equipe, e atividades relacionadas ao *design* dos produtos, do ponto de vista gráfico e arquitetural, além de implementação.

Na Tabela 5.2, são apresentados os perfis dos sujeitos em relação à experiência, em anos, desenvolvendo software, liderando projetos de desenvolvimento, utilizando métricas no suporte à tomada de decisões e utilizando métodos ágeis.

Tabela 5.2: Perfis dos Sujeitos.

Característica	Sujeito		
	A	B	C
Experiência, em anos, trabalhando em projetos de desenvolvimento de software	5	10	10
Experiência, em anos, liderando projetos de desenvolvimento de software	0.5	3	2
Experiência, em anos, utilizando métricas e indicadores no suporte à tomada de decisões	1.5	2	6
Experiência, em anos, utilizando métodos ágeis	5	2	7

### 5.1.6 Métodos de Coleta de Dados

A coleta de dados é uma atividade necessária para responder as questões de pesquisas de um estudo de caso experimental. De acordo com Lethbridge *et al.* [56], há três diferentes categorias de métodos para coleta de dados: direto (e.g., entrevistas), indireto (e.g., *survey*) e independente (e.g., análise de documentação).

Neste estudo de caso, o processo de coleta de dados ocorrerá pelos métodos direto e indireto. Os dados referentes aos nós de entrada do modelo serão coletados em entrevistas. Por outro lado, os dados referentes à satisfação dos sujeitos e utilidade do modelo e do procedimento serão coletados por questionários.

### 5.1.7 Procedimento do Estudo de Caso

Antes de iniciar este estudo caso, foi realizada a definição do modelo, das perguntas para alimentação dos nós de entrada e dos questionários para avaliação do modelo e do procedimento. Para efetuar os cálculos do modelo, foi utilizada a ferramenta AkenaRisk, pois essa ferramenta implementa os conceitos relacionados a Nós Ranqueados, que são utilizados no modelo proposto. Em virtude de algumas limitações com licenças da ferramenta, o modelo foi criado e todos os cálculos realizados na máquina do pesquisador. Após a obtenção dos resultados, eles foram apresentados aos sujeitos pelo pesquisador.

Com base no que foi definido acima, este estudo de caso foi dividido em duas fases: *Treinamento e Utilização da Abordagem*.

#### Fase 1 - Treinamento

O objetivo desta fase do estudo de caso é prover aos sujeitos o entendimento dos conceitos relacionados aos objetos de estudo. Assim, espera-se que ao final dessa fase qualquer dúvida em relação a esses fatores seja sanada para que os resultados não sejam influenciados por má interpretação das perguntas das entrevistas e dos questionários.

A princípio, os conceitos de RB, NR, além de Funções de Probabilidade, suas aplicações e funcionamento foram explicados para facilitar o entendimento da construção do modelo. Após isso, o modelo proposto nesta dissertação, e os relacionamentos entre os fatores que o compõem, foram explicados. Em seguida, foi explicado como seria realizado o processo de coleta de dados e quais perguntas do Apêndice A são referentes a quais nós de entrada do modelo. Por fim, foi explicado como seria feita a análise dos resultados gerados pelo modelo, e como é possível identificar oportunidades de melhoria do TE. Alguns exemplos foram utilizados nessa fase para auxiliar no entendimento dos sujeitos.

Esta fase do estudo de caso durou cerca de 1 hora.

## Fase 2 - Utilização do Procedimento

A segunda fase do procedimento deste estudo de caso corresponde à aplicação do procedimento apresentado na Seção 4.2. Esse procedimento foi utilizado durante três *sprints*. Na Etapa III do método, é sugerido que os resultados calculados pelo modelo sejam comparados com a eficiência da equipe, levando em consideração fatores externos que influenciam essa eficiência. Portanto, como as unidades de análise deste estudo de caso utilizam *Scrum*, decidiu-se adotar a medida proposta por Kumar [57] para mensurar a eficiência da equipe.

Essa medida proposta por Kumar é baseada em três parâmetros:

- Quantidade de histórias planejadas x Quantidade de histórias entregues - Mede a eficácia e a eficiência do planejamento;
- Quantidade de histórias entregues x Quantidade de histórias aceitas - Mede a qualidade dos *deliverables*
- Quantidade de bugs reportados x Quantidade de bugs corrigidos - Mede a eficiência da remoção de bugs.

Com esses parâmetros, é possível calcular a porcentagem geral, que é a média dessas medidas. A porcentagem resultante é considerada a eficiência da equipe para uma determinada *sprint*. Além disso, Kumar apresenta uma escala para interpretar cada parâmetro e o valor da eficiência. Contudo, os usuários da medida apresentada por Kumar podem definir suas próprias escalas com base em seus parâmetros. A Figura 5.1 contém exemplos para o cálculo da eficiência de equipes utilizando esse método.

Team Name	User Stories Planned#	User Stories Delivered#	% of User Stories Delivered	User Stories Accepted#	% of User Stories Accepted	No of Dev. Defects found	No of Dev. Defects Fixed	Defect Removal efficiency (DRE)	Overall%	Interpretation
Team1	5	5	100.00%	4	80.00%	5	4	80.00%	86.67%	% of User Stories accepted & DRE are not meeting the Target. Have to identify the root cause & come up with the Action Plan for the same.
Team2	3	2	66.67%	2	100.00%	10	9	90.00%	85.56%	% of User Stories delivered is well below the Target Value. Have to identify the root cause & come up with the Action Plan for the same.
Team3	2	2	100.00%	2	100.00%	12	11	91.67%	97.22%	

Figura 5.1: Exemplos do Cálculo da Eficiência de Equipes baseado no método proposto por Kumar.

## 5.2 Descrição da Coleta dos Dados

Para alimentar os nós de entrada do modelo, foram elaboradas perguntas simples e diretas, visando diminuir o tempo necessário para respondê-las. Para cada nó de entrada do modelo, foi elaborada uma pergunta, objetiva e de única escolha, numa escala Likert de 5 pontos, onde os possíveis pontos são: Falso, Mais Falso que Verdadeiro, Nem Verdadeiro nem Falso, Mais Verdadeiro que Falso e Verdadeiro. Essa escala foi adotada com base na escala que é utilizada no *survey online* da ferramenta *Comparative Agility*. Além dos dados para alimentação dos nós, perguntas relacionadas às métricas para o cálculo da eficiência das equipes também foram inseridas nesse questionário. Essas perguntas são apresentadas no Apêndice A, e os dados referentes a elas foram coletados em entrevistas.

A coleta de dados necessária para responder as questões de pesquisa deste estudo de caso foi feita com a utilização de um questionário, e apresentado aos sujeitos em um formulário *online*. Dessa forma, os sujeitos puderam respondê-lo quando achassem cômodo, de modo que não incomodasse em sua rotina de trabalho. Para a criação desses questionários, foi

decidido utilizar o *Google Forms*<sup>2</sup>, ferramenta que permite criar questionários e armazenar os dados coletados neles em planilhas providas pela ferramenta *Google Sheets*<sup>3</sup>.

O questionário referente às questões de pesquisa deste estudo de caso contém perguntas diretas, que seguem o mesmo padrão das perguntas elaboradas para alimentar os nós de entrada do modelo. Contudo, também há perguntas similares em que a resposta é dada pela inserção de texto puro. Assim, os sujeitos podem comentar e dar mais opiniões a respeito da questão de pesquisa tratada.

As perguntas definidas para responder as questões de pesquisa deste estudo de caso estão definidas na Tabela B.1, no Apêndice B. Portanto, a questão de pesquisa *QP1* é respondida com base nas respostas das perguntas 1 e 2 dessa Tabela. A questão de pesquisa *QP2* é respondida de acordo com as respostas das perguntas 3 e 4. As perguntas 5 e 6 da Tabela B.1 são referentes à questão de pesquisa *QP3*. Finalmente, a questão de pesquisa *QP4* é respondida com base nas respostas das demais perguntas.

### 5.3 Processo de Análise dos Dados

Para responder as questões de pesquisa definidas neste estudo de caso, a análise é realizada com base nas respostas das perguntas objetivas definidas no Apêndice B. Como cada pergunta objetiva pode ser respondida em uma escala de 5 pontos, decidiu-se mapear as possíveis respostas dessas perguntas da seguinte forma:

*Falso* → 1

*Mais Falso que Verdadeiro* → 2

*Nem Verdadeiro nem Falso* → 3

*Mais Verdadeiro que Falso* → 4

*Verdadeiro* → 5

Dessa forma, é possível realizar uma análise mais objetiva desses dados.

---

<sup>2</sup><https://www.google.com/forms/about/>

<sup>3</sup><https://www.google.com/sheets/about/>

**QP1: O modelo proposto mensura de forma precisa a qualidade do TE de equipes Scrum?**

Essa pergunta está relacionada à fidelidade dos resultados calculados pelo modelo em relação ao cenário para o qual esses cálculos foram realizados. Baseado na eficiência da equipe, e considerando outros fatores externos que podem influenciar essa eficiência, os *Scrum Masters* avaliaram se a qualidade do TE calculada pelo modelo condiz com o cenário em que foi avaliado.

Para responder essa questão de pesquisa, foi necessário avaliar as hipóteses  $H0-1$  e  $HA-1$ . Como a pergunta 1 do questionário de satisfação (i.e., Tabela B.1) corresponde à questão de pesquisa *QP1*, foi definida a seguinte condição:

Caso  $v_{q1B} \leq 3$ , onde  $v_{q1B}$  representa a média das respostas para *QP1*, deve-se aceitar  $H0-1$ . Caso contrário, rejeita-se  $H0-1$  e, conseqüentemente, assume-se que  $HA-1$  é verdadeira.

**QP2: A utilização do modelo auxilia na detecção de oportunidades de melhoria do TE de equipes Scrum?**

Para responder essa questão de pesquisa, foi necessário avaliar as hipóteses  $H0-2$  e  $HA-2$ . Assim, baseado na pergunta 3 da Tabela B.1, que corresponde à questão de pesquisa *QP2*, foi definida a seguinte condição:

Caso  $v_{q3B} \leq 3$ , onde  $v_{q3B}$  representa a média das respostas para *QP2*, deve-se aceitar  $H0-2$ . Caso contrário, rejeita-se  $H0-2$  e, conseqüentemente, assume-se que  $HA-2$  é verdadeira.

**QP3: O processo de implementação e utilização do procedimento na rotina de equipes Scrum é simples?**

É necessário avaliar as hipóteses  $H0-3$  e  $HA-3$  para responder essa questão de pesquisa. Assim, como a pergunta 5 da Tabela B.1 está relacionada à questão de pesquisa *QP3*, foi definida a seguinte condição:

Caso  $v_{q5B} \leq 3$ , onde  $v_{q5B}$  representa a média das respostas para *QP3*, deve-se aceitar  $H0-3$ . Caso contrário, rejeita-se  $H0-3$  e, conseqüentemente, assume-se que  $HA-3$  é verdadeira.

**QP4: O custo-benefício da aplicação do procedimento é positivo?**

De forma análoga às questões de pesquisa anteriores, para responder a *QP4*, é necessário avaliar as hipóteses *H0-4* e *HA-4*. Portanto, baseado na pergunta 7 do questionário, foi definida a seguinte condição:

Caso  $v_{q7B} \leq 3$ , onde  $v_{q7B}$  representa a média das respostas para *QP4*, deve-se aceitar *H0-4*. Caso contrário, rejeita-se *H0-4* e, conseqüentemente, assume-se que *HA-4* é verdadeira.

## 5.4 Dados Coletados

Para responder as questões de pesquisa deste estudo de caso, os sujeitos utilizaram o modelo e procedimento propostos neste trabalho para avaliar a qualidade do TE de suas equipes em três *sprints*. Contudo, para analisar os resultados calculados pelo modelo, era necessário compará-los com a eficiência de suas equipes em cada *sprint*, mas levando em consideração outros fatores que influenciam essa eficiência e não são abordados na avaliação.

Na Tabela 5.3, há a eficiência de cada equipe, de acordo com a medida apresentada em [57], para cada uma das *sprints*, de acordo com os dados coletados. As Figuras 5.2, 5.3 e 5.4 contêm os resultados calculados pelo modelo para as equipes das três unidades de análise definidas.

Tabela 5.3: Eficiência das Equipes nas três *Sprints*.

	Equipe		
<i>Sprint</i>	A	B	C
<i>Sprint 1</i>	98,61%	95,23%	73,33%
<i>Sprint 2</i>	69,23%	100%	100%
<i>Sprint 3</i>	70,51%	100%	77,77%



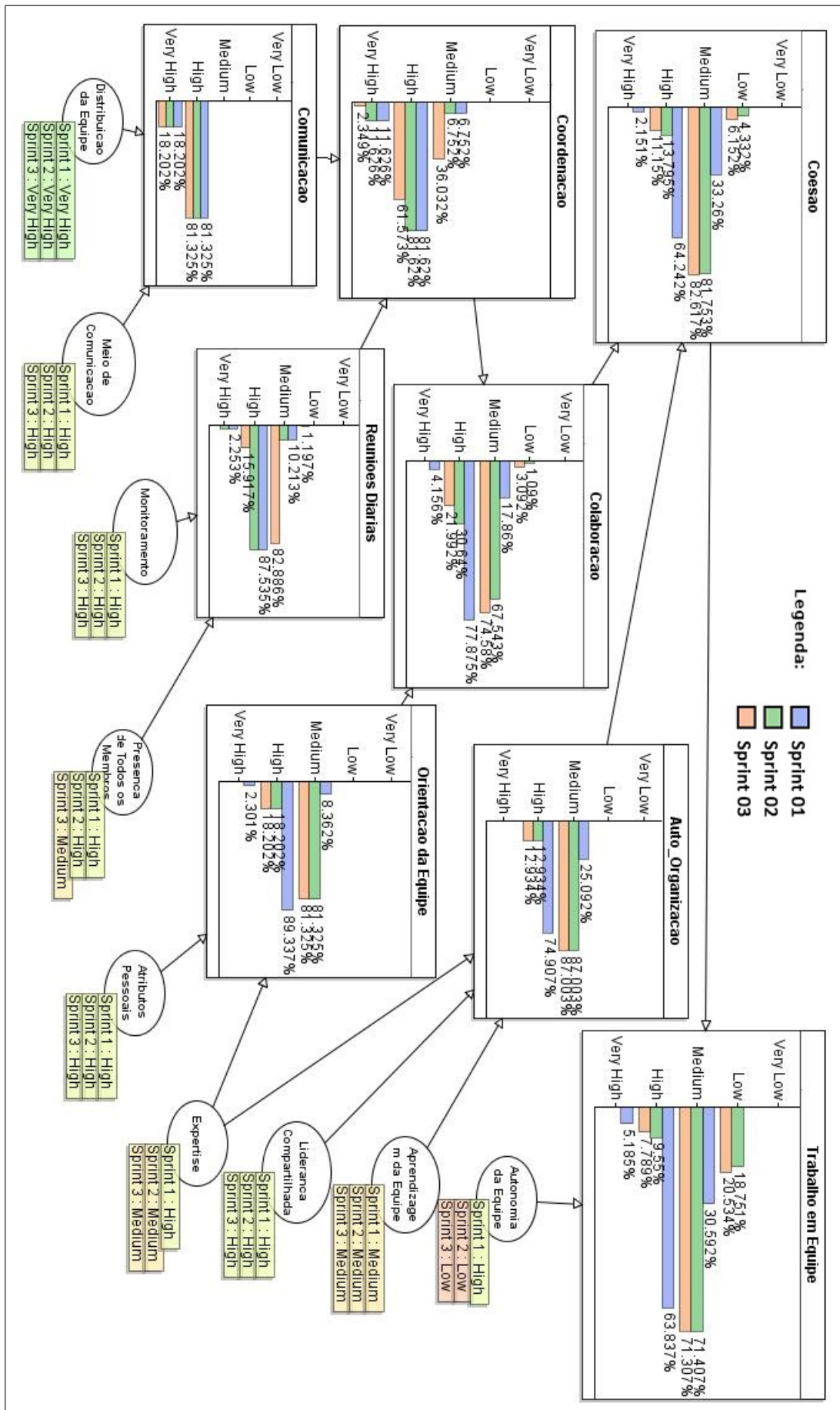


Figura 5.2: Resultados Calculados pelo Modelo para a Equipe A.

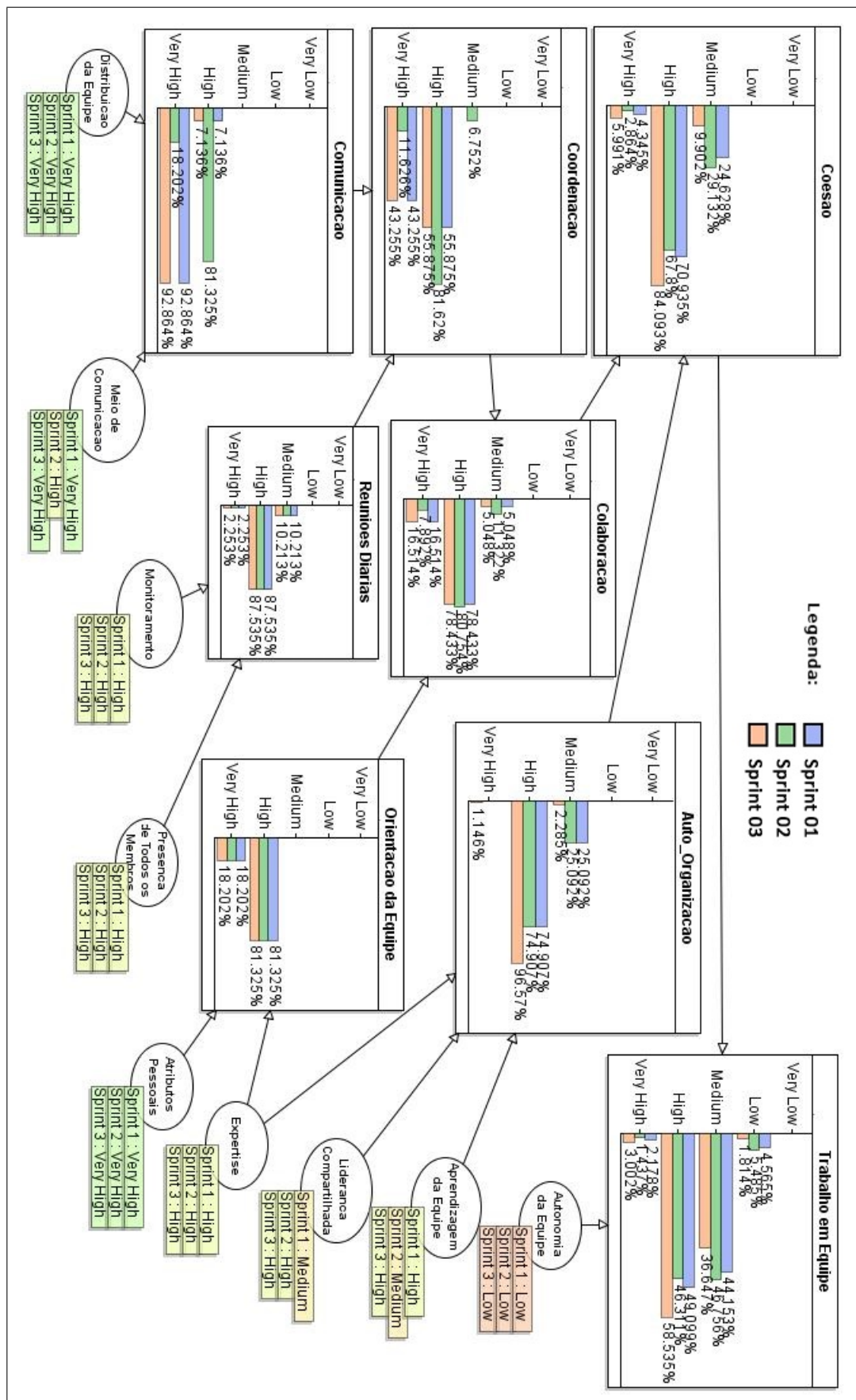


Figura 5.3: Resultados Calculados pelo Modelo para a Equipe B.

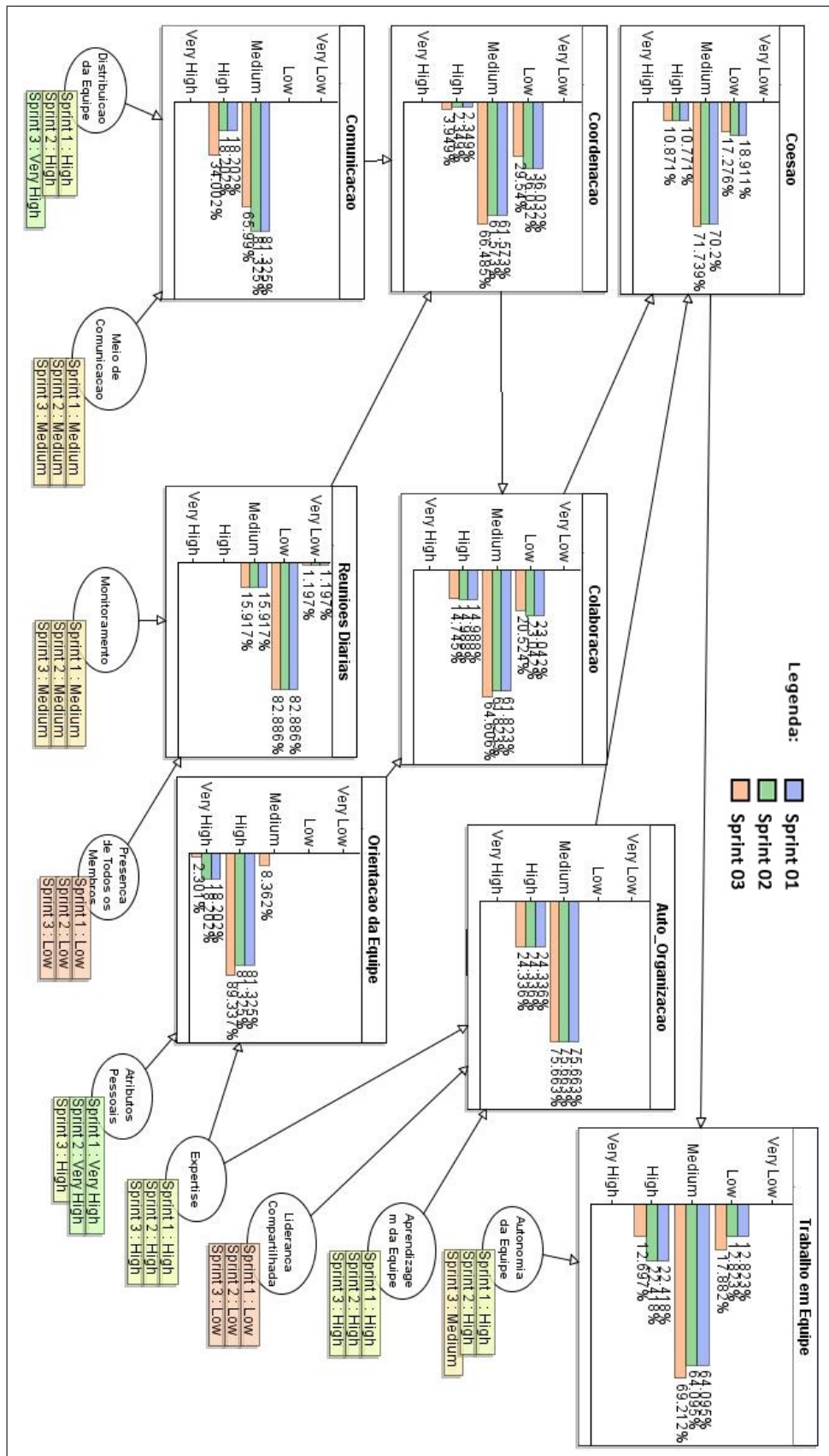


Figura 5.4: Resultados Calculados pelo Modelo para a Equipe C.

Após o término das três *sprints*, com base nesses resultados, os sujeitos responderam o questionário de satisfação para avaliar a fidelidade do modelo; o seu auxílio na detecção de oportunidades de melhoria do TE; a facilidade para implementar e utilizar o método proposto por Perkusich *et al.*; e o custo-benefício de sua utilização.

As Figuras 5.5, 5.6, 5.7 e 5.8 contém os resultados referentes às questões de pesquisa. Com base nesses resultados, é possível avaliar as hipóteses definidas para cada uma das questões de pesquisa.

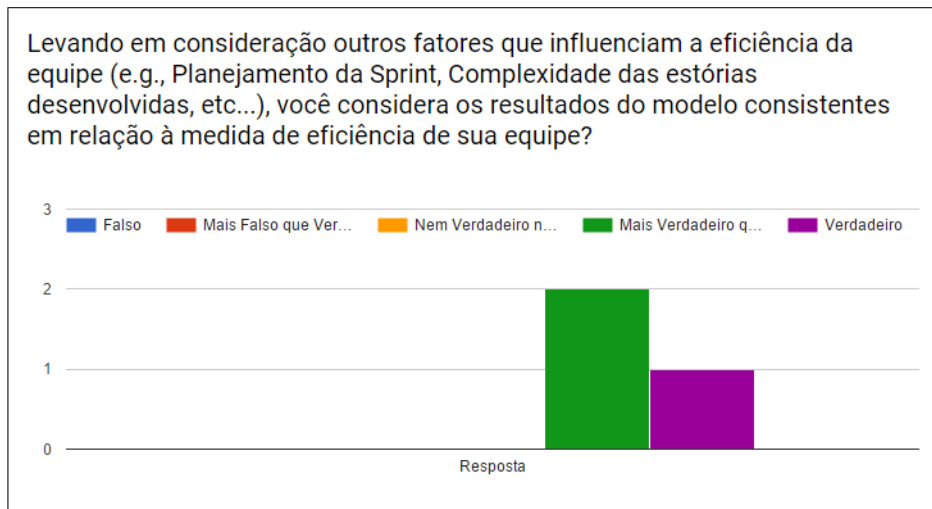


Figura 5.5: Respostas para a Questão de Pesquisa *QP1*.

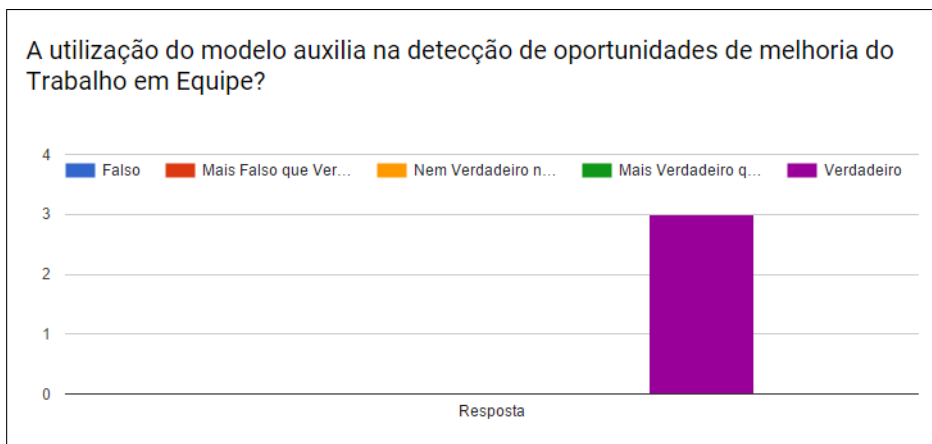


Figura 5.6: Respostas para a Questão de Pesquisa *QP2*.

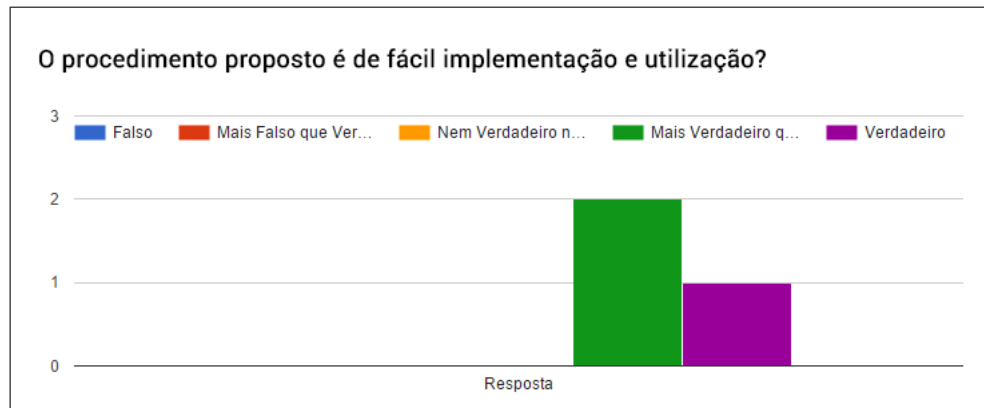


Figura 5.7: Respostas para a Questão de Pesquisa *QP3*.

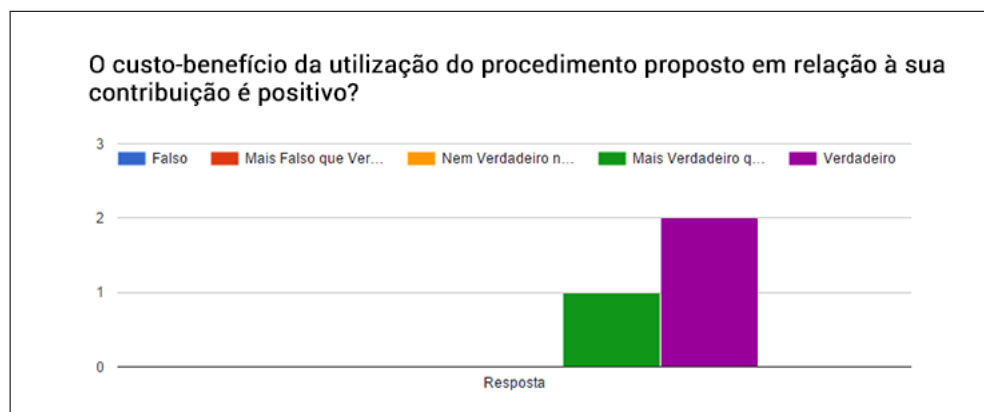


Figura 5.8: Respostas para a Questão de Pesquisa *QP4*.

De posse desses resultados, as hipóteses referentes às questões de pesquisa foram avaliadas. Como a média das respostas objetivas para as questões de pesquisa foram  $> 3$ , todas as hipóteses nulas foram rejeitadas. Consequentemente, as hipóteses alternativas (i.e., *HA-1*, *HA-2*, *HA-3* e *HA-4*) foram aceitas. Logo, todas as questões de pesquisa foram respondidas de forma positiva. Assim, foi possível concluir que:

- O modelo proposto mensura de forma precisa o TE de equipes *Scrum*;
- A utilização do modelo auxilia na detecção de oportunidades de melhoria do TE de equipes *Scrum*;
- O procedimento proposta é de fácil implementação e utilização;

- O custo-benefício de utilizar o procedimento é positivo.

Além dessas respostas objetivas, os sujeitos também responderam as perguntas 2, 4 e 6 do questionário de satisfação (Tabela B.1) para prover mais informações a respeito do contexto das *sprints*, e externar suas opiniões de forma descritiva. As Figuras 5.9, 5.10, 5.11 contém, respectivamente, as respostas referentes a essas perguntas do questionário de satisfação.

Quais fatores contribuíram para o aumento/decremento da qualidade do Trabalho em Equipe em cada <i>Sprint</i> ?
<p>Sujeito 1:</p> <p><i>Sprint 1</i>: Não houve maiores problemas. Gastamos mais tempo em planejamento, e ninguém do projeto precisou ser alocado para outras atividades relativas ao projeto legado.</p> <p><i>Sprint 2</i>: Mais membros da equipe foram alocados para trabalhar no projeto legado. Houve problemas de concentração por parte de membros da equipe.</p> <p><i>Sprint 3</i>: Repriorização de issues por causa de um entrega para o cliente que não foi previamente acertada com a equipe. Acabamos fazendo menos daily meetings."</p>
<p>Sujeito 2:</p> <p>"Fator Externo - PO sempre alterando escopo de estórias"</p>
<p>Sujeito 3:</p> <p>"Todas as <i>Sprints</i>:</p> <p>- Maior parte da equipe é composta por graduandos (20 horas), logo na maioria das vezes não é possível fazer uma reunião diária com todos os membros da equipe, o que prejudica a comunicação em alguns momentos. Outro efeito colateral é que algumas vezes existe 'assunto acumulado' a ser tratado na reunião diária, o que acaba fazendo com que ela se estenda demais nessas ocasiões.</p> <p><i>Sprint 1 e 2</i>:</p> <p>- Nestas <i>Sprints</i> não foram implementadas novas funcionalidades, nem foram feitas correções de bugs. O trabalho realizado foi majoritariamente de refatoramento, sendo este dividido em histórias de escopo mais amplo e de mais difícil estimativa, fazendo com que a maioria não fosse concluída na Penúltima <i>Sprint</i> de 2015. Estas <i>Sprints</i> tiveram como objetivo melhorar a qualidade do código e preparar a aplicação para as mudanças de requisitos que estavam em discussão na época.</p> <p><i>Sprint 3</i>:</p> <p>- Nesta <i>Sprint</i> tivemos os primeiros requisitos alterados entregues por parte do cliente, sendo a mudança mais impactante o fato dos webservices utilizados no projeto deixarem de ser desenvolvidos pela equipe e passarem a ser desenvolvidos pelo cliente. Isto diminuiu a autonomia da equipe, já que mudanças nos requisitos acordados com cliente já eram implementados imediatamente na camada de webservices.</p> <p>- Um ponto positivo nesta <i>Sprint</i> é que com o período de recesso letivo foi possível melhorar a comunicação, aumentando o percentual de membros da equipe nas reuniões diárias."</p>

Figura 5.9: Respostas para a Pergunta 2 do Questionário de Satisfação.

Como você utilizaria o modelo no processo de tomada de decisões?

Sujeito 1:  
"Faria a análise a cada Sprint para a detecção de pontos fortes e fracos da equipe e utilizaria esses dados para melhorar a eficiência desta."

Sujeito 2:  
"Procurando fortalecer as características da equipe (nós de entrada do modelo) mais problemáticos, priorizando aqueles que mais impactam no resultado da sprint."

Sujeito 3:  
"Observando os pontos que se mostraram mais impactantes é possível identificar alguns pontos fortes e deficiências da equipe. Os dados quantitativos norteariam a prioridade das ações a serem tomadas.  
  
Algumas estratégias podem ser definidas para abordar estes pontos específicos, como por exemplo algumas mudanças no processo de code review para melhorar a comunicação de quando estes devem ser feitos e como as partes envolvidas devem ser notificadas. Outro ponto seria reforçar alguns dos processos já definidos no Scrum, como por exemplo tentar manter as reuniões diárias dentro de um certo limite de tempo. Outros pontos como interferências externas estão mais fora de controle, cabendo ao gerente de projeto tentar mitigar essas interferências no trabalho da equipe."

Figura 5.10: Respostas para a Pergunta 4 do Questionário de Satisfação.

Como você descreveria, em termos de facilidade de implementação e utilização, a adoção desse procedimento no seu dia-a-dia?

Sujeito 1:  
"Como a alimentação para a análise é muito rápida e direta e a análise desses dados mostra a eficiência da equipe de uma forma que o panorama de eficiência é evidenciado claramente e de fácil leitura, valeria muito ter uma ferramenta para esta análise sempre disponível para obter esses resultados."

Sujeito 2:  
"De posse de uma ferramenta que implemente o modelo, seria muito fácil identificar os problemas da equipe que mais impactam nos resultados e investir em mitigá-los. Não haveria problemas em introduzir a análise dos resultados como parte da retrospectiva da sprint."

Sujeito 3:  
"Acredito que não seja muito complicado, dependendo principalmente do ferramental disponível."

Figura 5.11: Respostas para a Pergunta 6 do Questionário de Satisfação.

Na Equipe A, houve uma queda na qualidade do TE calculada para as *sprints* 2 e 3, em relação à *sprint* 1. Contudo, os resultados calculados pelo modelo representam bem a realidade da equipe nesses momentos. Pode-se concluir isso, pois, de acordo com a resposta do Sujeito A na Figura 5.5, houve influência de um agente externo que realocou parte da equipe para outro projeto e, em seguida, interferiu nas atividades da equipe depois do planejamento.

Apesar de apresentar índices de eficiência muito bons nas três *sprints*, a Equipe B apresentou fortes indícios de que a qualidade do TE, nas três *sprints*, poderia ser média e, com

pouca probabilidade, baixa. De acordo com o Sujeito B, *Scrum Master* da Equipe B, os resultados do modelo são fiéis aos cenários que foram avaliados. Foi reportado que o *Product Owner* interferiu nas atividades realizadas pela equipe durante as *sprints*, sempre contradizendo o que havia sido planejado. Contudo, o Sujeito B atribuiu os altos índices de eficiência ao planejamento da equipe, pois sempre levava em consideração possíveis mudanças de requisitos, o *expertise* de sua equipe e a complexidade das histórias a serem desenvolvidas.

Para a Equipe C, os resultados calculados para as três *sprints* foram praticamente os mesmos. Apesar de *sprint* 2 a eficiência dessa equipe ter sido de 100%, de acordo com Sujeito C, isso só aconteceu devido à grande cobrança para que tudo o que foi planejado fosse cumprido. Além disso, o fato de parte da equipe ser composta por desenvolvedores *part-time*, contribui negativamente na comunicação da equipe. Segundo o Sujeito C, os resultados calculados pelo modelo descrevem bem a qualidade do TE de sua equipe nos cenários avaliados.

O tempo médio necessário para responder as perguntas referentes aos nós de entrada do modelo para os sujeitos 1, 2 e 3 foi de, respectivamente, 15, 15, e 5 minutos. Portanto, sem levar em consideração as respostas objetivas da pergunta 7 do questionário de satisfação (Tabela B.1), e baseado nas respostas presentes nas Figuras 5.10 e 5.11, pode-se concluir, triangulando o que foi reportado pelos sujeitos com os tempos demandados para alimentar o modelo, que o custo-benefício da utilização do procedimento e modelo propostos é positivo.

## 5.5 Ameaças à Validade

Runeson *et al.* [55] afirmam que há diferentes maneiras de classificar aspectos da validade e ameaças à validade na literatura. Nesse trabalho, eles definem um esquema de classificação que distingue bem quatro aspectos da validade de um estudo de caso. São eles: *Validade de Construção*, *Validade Interna*, *Validade Externa* e *Confiabilidade*.

O aspecto da *Validade de Construção* está relacionado com o fato de o que é estudado realmente representar o que o pesquisador tem em mente estar de acordo com as questões de pesquisa. Por exemplo, o assunto abordado nas entrevistas é interpretado pelos pesquisador e os entrevistados da maneira diferente. Portanto, neste estudo de caso, apesar do treinamento realizado para os sujeitos envolvidos, há a possibilidade deles interpretarem as perguntas



dos questionários de tal forma que não condiz com os objetivos para os quais elas foram elaboradas.

A *Validade Interna* diz respeito ao ato de verificar se um determinado fator afeta o fator investigado, quando há o risco de um terceiro fator que influenciar o fator investigado. Logo, como neste estudo de caso adotou-se o TE como indicador do desempenho da equipe, e, conforme descrito no Capítulo 4.2 há outros fatores que influenciam o desempenho de equipe ágeis, também há ameaças à *Validade Interna deste estudo*.

O aspecto da *Validade Externa* está relacionado em saber até que ponto é possível generalizar os resultados, e em que medida os resultados são de interesse para outras pessoas fora do caso investigado. Durante a análise da *Validade Externa*, o pesquisador precisa analisar se os resultados podem ser relevantes para outros casos. Portanto, como os objetos de estudo deste estudo de caso foram avaliados para apenas três unidades de análise, a generalização dos resultados para todas as equipes *Scrum* do mundo não é possível.

Além desses aspectos, também há a *Confiabilidade*, que está relacionada à dependência dos dados coletados e sua análise em relação ao pesquisador. Assim, como é necessário que os sujeitos deste estudo de caso respondam questionários com o intuito de poder avaliar as equipes que estão sendo lideradas por eles, há o risco de haver viés nos dados coletados. Isso pode acontecer não apenas pelo fato dos sujeitos estarem envolvidos com suas equipes e o seu trabalho, mas também pela possibilidade das perguntas não serem claras o suficiente para facilitar a sua resposta. Também há a possibilidade das perguntas do questionário de satisfação não terem sido bem elaboradas. Além disso, este estudo de caso foi conduzido apenas com equipes *Scrum*, uma dentre as várias metodologias ágeis existentes. Logo, esses fatores também afetam a *Confiabilidade* deste estudo de caso.

## Capítulo 6

### Conclusão

Nesta dissertação, abordou-se a problemática e relevância relacionadas à avaliação da qualidade do TE em equipes ágeis. Além do fato de os fatores que influenciam a qualidade do TE serem subjetivos, se as relações entre eles não forem claras, a avaliação da qualidade do TE pode ser considerada uma atividade complexa.

Com o propósito de amenizar esse problema e, assim, garantir a melhoria contínua do TE e o aumento das chances de sucesso do projeto, neste trabalho, foi apresentado um modelo baseado em RB, e um procedimento para utilizá-lo.

Buscando eliminar os pontos fracos do início do trabalho anterior [19], foi realizada uma revisão literária para elencar os fatores que influenciam a qualidade do TE. Em posse dos resultados dessa revisão literária, e com a ajuda de um especialista, foi possível construir um modelo baseado em mais evidências e em argumentos lógicos. Além dos fatores que compõem o modelo, as Funções de Probabilidade do modelo proposto neste trabalho foram definidas com a utilização de uma abordagem mais robusta do que a apresentada em [19].

Para utilizar o modelo, foi proposta a utilização do procedimento apresentado por Perku-sich *et al.* [21], com algumas modificações em determinadas etapas. Apesar de ser focado na detecção de problemas em projetos de desenvolvimento de software, esse procedimento pôde ser facilmente adaptado para o contexto deste trabalho, já que RB são utilizadas e há uma preocupação em garantir a melhoria contínua baseado nos resultados calculados pelo modelo. Esse método é composto por cinco etapas: (i) construção do modelo, que foi realizada com os dados extraídos da revisão literária e a ajuda de um especialista; (ii) avaliação do modelo, onde o indivíduo que deseja utilizá-lo deve verificar se o modelo está consistente

com o status da equipe em que será aplicado, e modificá-lo, caso necessário; (iii) alimentação do modelo, em que os nós de entrada do modelo são alimentados com base nas observações feitas durante a iteração; (iv) análise dos dados, comparando os resultados do modelo com a eficiência da equipe, e levando em consideração fatores externos que podem afetar essa eficiência, além da elaboração de um plano corretivo e preventivo; e (v) ações corretivas e preventivas, onde o plano elaborado na etapa anterior é colocado em prática.

A validação do modelo e do procedimento foi realizada por meio de estudo de caso utilizando três equipes que trabalhavam em projetos de desenvolvimento de software no Embedded Lab como unidades de análise. Conforme discutido na Seção 5.4, o modelo mostrou-se fiel em relação aos cenários em que foi utilizado para avaliar a qualidade do TE. Além disso, a utilização desse modelo possibilita aos seus usuários oportunidades de melhoria no TE, auxiliando na tomada de decisões. De acordo com os sujeitos que participaram do estudo de caso, o custo-benefício da utilização do modelo e do procedimento no dia-a-dia do processo é positivo.

Em virtude da quantidade de unidades análise do estudo de caso ser baixa, não há como concluir que a abordagem e modelo propostos é útil para todos os projetos de desenvolvimento de software que utilizam metodologias ágeis. Contudo, baseado na diversidade dos projetos desenvolvidos pelas unidades de análise e nos resultados do estudo de caso, acredita-se que os objetivos desta pesquisa foram atingidos.

## 6.1 Limitações

Apesar de ser concluir que o modelo e procedimento propostos nesta pesquisa cumprem com o objetivos descritos na Seção 1.2, existem alguns fatores que limitam as conclusões realizadas. Conforme mencionado anteriormente, o número de unidades de análise do estudo de caso não é ideal. Além disso, o estudo de caso durou apenas três *sprints* (i.e., 45 dias) e todas as unidades de análise utilizavam *Scrum*. Portanto, a quantidade de dados coletados pode ter sido pequena e a avaliação apenas com equipes que adotam *Scrum* pode afetar as conclusões.

## 6.2 Trabalhos Futuros

Como trabalhos futuros, pretende-se criar uma ferramenta *Open Source* que permita construir e utilizar RB. Atualmente, o processo de construção e utilização das RB é feito com a ferramenta AkenaRisk, que exige o pagamento de uma licença anual.

Espera-se também que outros pesquisadores sintam-se motivados para aplicar o modelo e procedimento propostos em uma quantidade maior de projetos, por um maior período de tempo. Isso poderia melhorar a confiança da pesquisa para, possivelmente, incorporar o modelo e o procedimento em processos na indústria.

# Bibliografia

- [1] Barry Boehm and Richard Turner. *Balancing Agility and Discipline: A Guide for the Perplexed*. Addison-Wesley Longman Publishing Co., Inc., Boston, MA, USA, 2003.
- [2] Kent Beck, Mike Beedle, Arie van Bennekum, Alistair Cockburn, Ward Cunningham, Martin Fowler, James Grenning, Jim Highsmith, Andrew Hunt, Ron Jeffries, Jon Kern, Brian Marick, Robert C. Martin, Steve Mellor, Ken Schwaber, Jeff Sutherland, and Dave Thomas. Manifesto for agile software development. <http://www.agilemanifesto.org/>, 2001.
- [3] Viktoria Stray, Dag I.K. Sjøberg, and Tore Dybå. The daily stand-up meeting: A grounded theory study. *Journal of Systems and Software*, 114:101–124, 2016.
- [4] Laurie Williams, Robert R. Kessler, Ward Cunningham, and Ron Jeffries. Strengthening the case for pair programming. *IEEE Software*, 17(4):19–25, July 2000.
- [5] Kjetil Moløkken-Østvold, Nils Christian Haugen, and Hans Christian Benestad. Using planning poker for combining expert estimates in software projects. *Journal of Systems and Software*, 81(12):2106–2117, 2008.
- [6] Jon R Katzenbach and Douglas K Smith. *The wisdom of teams: Creating the high-performance organization*. Harvard Business Press, 1993.
- [7] Tsun Chow and Dac-Buu Cao. A survey study of critical success factors in agile software projects. *Journal of Systems and Software*, 81(6):961–971, 2008.
- [8] Rafaela Mantovani Fontana, Isabela Mantovani Fontana, Paula Andrea da Rosa Garbuio, Sheila Reinehr, and Andreia Malucelli. Processes versus people: How should

- agile software development maturity be defined? *Journal of Systems and Software*, 97:140 – 155, 2014.
- [9] Nils Brede Moe, Torgeir Dingsøy, and Tore Dybå. A teamwork model for understanding an agile team: A case study of a scrum project. *Information and Software Technology*, 52(5):480 – 491, 2010.
- [10] Mats Angermø Ringstad, Torgeir Dingsøy, and Nils Brede Moe. *Systems, Software and Service Process Improvement: 18th European Conference, EuroSPI 2011, Roskilde, Denmark, June 27-29, 2011. Proceedings*, chapter Agile Process Improvement: Diagnosis and Planning to Improve Teamwork, pages 167–178. Springer Berlin Heidelberg, Berlin, Heidelberg, 2011.
- [11] Laurie Williams, Kenny Rubin, and Mike Cohn. Driving process improvement via comparative agility assessment. In *Proceedings of the 2010 Agile Conference, AGILE '10*, pages 3–10, Washington, DC, USA, 2010. IEEE Computer Society.
- [12] Ivan Aaen, Jasper Arent, Lars Mathiassen, and Ojelanki Ngwenyama. A conceptual map of software process improvement. *Scandinavian Journal of Information Systems*, 13:123–146, June 2001.
- [13] Outi Salo and Pekka Abrahamsson. An iterative improvement process for agile software development. *Software Process: Improvement and Practice*, 12(1):81–100, 2007.
- [14] Martin Hoegl and Hans Georg Gemuenden. Teamwork quality and the success of innovative projects: A theoretical concept and empirical evidence. *Organization science*, 12(4):435–449, 2001.
- [15] Robert E. Kraut and Lynn A. Streeter. Coordination in software development. *Communications of the ACM*, 38(3):69–81, March 1995.
- [16] Esperança Amengual, Antònia Mas, and AntoniLluís Mesquida. Team spice: A spice-based teamwork assessment model. In Andreas Riel, Rory O'Connor, Serge Tichkiwitch, and Richard Messnarz, editors, *Systems, Software and Services Process Impro-*

- vement, volume 99 of *Communications in Computer and Information Science*, pages 37–47. Springer Berlin Heidelberg, 2010.
- [17] NilsBrede Moe, Torgeir Dingsøy, and EmilA. Røyrvik. Putting agile teamwork to the test – an preliminary instrument for empirically assessing and improving agile software development. In Pekka Abrahamsson, Michele Marchesi, and Frank Maurer, editors, *Agile Processes in Software Engineering and Extreme Programming*, volume 31 of *Lecture Notes in Business Information Processing*, pages 114–123. Springer Berlin Heidelberg, 2009.
- [18] Irad Ben-Gal. *Bayesian Networks*. John Wiley & Sons, Ltd, 2008.
- [19] A. Silva Freire, R.M. Da Silva, M. Perkusich, H. Almeida, and A. Perkusich. A bayesian network model to assess agile teams’ teamwork quality. In *Software Engineering (SBES), 2015 29th Brazilian Symposium on*, pages 191–196, Sept 2015.
- [20] N.E. Fenton, M. Neil, and Jose Galan Caballero. Using ranked nodes to model qualitative judgments in bayesian networks. *Knowledge and Data Engineering, IEEE Transactions on*, 19(10):1420–1432, Oct 2007.
- [21] Mirko Perkusich, Gustavo Soares, Hyggo Almeida, and Angelo Perkusich. A procedure to detect problems of processes in software development projects using bayesian networks. *Expert Systems with Applications*, 42(1):437 – 450, 2015.
- [22] Mirko Perkusich, Hyggo Oliveira de Almeida, and Angelo Perkusich. A model to detect problems on scrum-based software development projects. In *Proceedings of the 28th Annual ACM Symposium on Applied Computing*, pages 1037–1042. ACM, 2013.
- [23] Laurie Williams. Agile software development methodologies and practices. In *Advances in Computers*, volume 80 of *Advances in Computers*, pages 1 – 44. Elsevier, 2010.
- [24] Martin Neil, Norman Fenton, and Lars Nielson. Building large-scale bayesian networks. *The Knowledge Engineering Review*, 15(3):257–284, September 2000.

- [25] Martin Neil, Norman Fenton, Simon Forey, and Roger Harris. Using bayesian belief networks to predict the reliability of military vehicles. *Computing & Control Engineering Journal*, 12(1):11–20, 2001.
- [26] Martin Neil, Bob Malcolm, and Roger Shaw. Modelling an air traffic control environment using bayesian belief networks. In *21st International System Safety Conference*, 2003.
- [27] Martin Neil, Paul Krause, and Norman Fenton. *Software Engineering with Computational Intelligence*, chapter Software Quality Prediction Using Bayesian Networks, pages 136–172. Springer US, Boston, MA, 2003.
- [28] N. Fenton, P. Krause, and M. Neil. Software measurement: uncertainty and causal modeling. *Software, IEEE*, 19(4):116–122, Jul 2002.
- [29] N. Fenton, W. Marsh, M. Neil, P. Cates, S. Forey, and M. Tailor. Making resource decisions for software projects. In *Software Engineering, 2004. ICSE 2004. Proceedings. 26th International Conference on*, pages 397–406, May 2004.
- [30] Norman Fenton, Martin Neil, William Marsh, Peter Hearty, David Marquez, Paul Krause, and Rajat Mishra. Predicting software defects in varying development lifecycles using bayesian nets. *Information and Software Technology*, 49(1):32–43, January 2007.
- [31] Richard E Neapolitan et al. *Learning bayesian networks*, volume 38. Prentice Hall Upper Saddle River, 2004.
- [32] J. Pearl and S. Russell. Bayesian networks. *Handbook of brain theory and neural networks*, 1995.
- [33] Kurt Huang and Max Henrion. Efficient search-based inference for noisy-or belief networks: Topepsilon. In *Proceedings of the Twelfth International Conference on Uncertainty in Artificial Intelligence*, UAI’96, pages 325–331, San Francisco, CA, USA, 1996. Morgan Kaufmann Publishers Inc.



- [34] F. J. Díez. Parameter adjustment in bayes networks. the generalized noisy or-gate. In *Proceedings of the Ninth International Conference on Uncertainty in Artificial Intelligence*, UAI'93, pages 99–105, San Francisco, CA, USA, 1993. Morgan Kaufmann Publishers Inc.
- [35] Balaram Das. Generating conditional probabilities for bayesian networks: Easing the knowledge acquisition problem. *CoRR*, cs.AI/0411034, 2004.
- [36] Mirko Perkusich, Angelo Perkusich, and Hyggo Oliveira de Almeida. Using survey and weighted functions to generate node probability tables for bayesian networks. In *Computational Intelligence and 11th Brazilian Congress on Computational Intelligence (BRICS-CCI & CBIC), 2013 BRICS Congress on*, pages 183–188. IEEE, 2013.
- [37] Pekka Laitila. Improving the use of ranked nodes in the elicitation of conditional probabilities for bayesian networks. Master's thesis, Aalto University, Finland, 2013.
- [38] Barbara Kitchenham and Stuart Charters. Guidelines for performing Systematic Literature Reviews in Software Engineering. Technical Report EBSE 2007-001, Keele University and Durham University Joint Report, 2007.
- [39] Emily Weimar, Ariadi Nugroho, Joost Visser, and Aske Plaat. Towards high performance software teamwork. In *Proceedings of the 17th International Conference on Evaluation and Assessment in Software Engineering*, EASE '13, pages 212–215, New York, NY, USA, 2013. ACM.
- [40] YAVUZ KOZAK. Barriers against better team performance in agile software projects. Master's thesis, Chalmers University of Technology, Sweden, 2013.
- [41] Christoph T. Schmidt, Thomas Kude, Armin Heinzl, and Sunil Mithas. How agile practices influence the performance of software development teams: The role of shared mental models and backup. In *ICIS 2014 Proceedings*, page Paper 15, Atlanta, Ga., 2014. AISel.
- [42] A. Cockburn and J. Highsmith. Agile software development, the people factor. *Computer*, 34(11):131–133, Nov 2001.

- [43] Chaitanya Gurram and Srinivas Goud Bandi. Teamwork in distributed agile software development. Master's thesis, Blekinge Institute of Technology, School of Computing, 2013.
- [44] Andreas Johansson. Toward improvements of teamwork in globally distributed agile teams. Bachelor of science thesis in software engineering and management, University of Gothenburg, 2013.
- [45] Gitte Tjørnehøj, Mette Fransgård, and Signe Skalkam. Trust in agile teams in distributed software development. In *Information System Research Seminar in Scandinavia 2012*, 2012.
- [46] Lars Martin Riiser Haraldsen. An investigation of team effectiveness in agile software development. Master's thesis, Norwegian University of Science and Technology, 2012.
- [47] Viktoria Gulliksen Stray, Nils Brede Moe, and Torgeir Dingsøy. *Agile Processes in Software Engineering and Extreme Programming: 12th International Conference, XP 2011, Madrid, Spain, May 10-13, 2011. Proceedings*, chapter Challenges to Teamwork: A Multiple Case Study of Two Agile Teams, pages 146–161. Springer Berlin Heidelberg, Berlin, Heidelberg, 2011.
- [48] Vikash Lalsing, Somveer Kishnah, and Sameerchand Pudaruth. People factors in agile software development and project management. *International Journal of Software Engineering & Applications (IJSEA)*, 3(1):117–137, 2012.
- [49] E. Whitworth and R. Biddle. The social nature of agile teams. In *Agile Conference (AGILE)*, 2007, pages 26–36, Aug 2007.
- [50] Information technology – process assessment – part 5: An exemplar process assessment model. Standard, International Organization for Standardization, 2006.
- [51] Brian Mullen and Carolyn Copper. The relation between group cohesiveness and performance: An integration. *Psychological bulletin*, 115(2):210, 1994.
- [52] Eduardo Salas, Dana E. Sims, and C. Shawn Burke. Is there a “big five” in teamwork? *Small Group Research*, 36(5):555–599, 2005.

- [53] Sawhney R. Bustamante, A. Agile xxl: Scaling agile for project teams, seapine software, inc. [http://downloads.seapine.com/pub/ebooks/AgileScaling\\_eBook.pdf](http://downloads.seapine.com/pub/ebooks/AgileScaling_eBook.pdf), 2011. Acessado em 03/08/2016.
- [54] C. Melo, D.S. Cruzes, F. Kon, and R. Conradi. Agile team perceptions of productivity factors. In *Agile Conference (AGILE)*, 2011, pages 57–66, Aug 2011.
- [55] Per Runeson and Martin Höst. Guidelines for conducting and reporting case study research in software engineering. *Empirical Software Engineering*, 14(2):131–164, April 2009.
- [56] Timothy C. Lethbridge, Susan Elliott Sim, and Janice Singer. Studying software engineers: Data collection techniques for software field studies. *Empirical Software Engineering*, 10(3):311–341, 2005.
- [57] Marmamula Prashanth Kumar. A simple way to measure the performance of scrum teams. <https://www.scrumalliance.org/community/articles/2014/may/simple-way-to-measure-performance-of-scrum-teams>, 2014. Acessado em 03/08/2016.

## Apêndice A

# Questionários para Alimentação do Modelo

Neste Apêndice estão as perguntas elaboradas para facilitar o processo de alimentação do modelo proposto. Cada pergunta possui cinco respostas possíveis, e apenas uma delas pode ser utilizada para responder as perguntas.

A Tabela A.1 corresponde às perguntas definidas para os nós de entrada *Distribuição da Equipe* e *Meio de Comunicação*, que influenciam a *Comunicação* da equipe. Na Tabela A.2 estão as perguntas definidas referentes aos nós de entrada *Monitoramento* e *Presença de Todos os Membros*, que influenciam a qualidade das *Reuniões Diárias*. A Tabela A.3, por sua vez, corresponde às perguntas relacionadas aos nós de entrada *Atributos Pessoais* e *Expertise*, que influenciam a qualidade da *Orientação da Equipe*. Apesar do nó *Auto-Organização* depender dos valores dos nós *Expertise*, *Liderança Compartilhada* e *Aprendizagem da Equipe*, a Tabela A.4 só contém as perguntas referentes a esses dois últimos, pois a pergunta para o nó *Expertise* foi definida na Tabela A.3. Finalmente, na Tabela A.5, está definida a pergunta referente ao nó de entrada *Autonomia da Equipe*, que influencia diretamente na qualidade do *Trabalho em Equipe*.

De acordo com a Seção 4.1.1, todos os nós do modelo são *Nós Ranqueados* com cinco estados (i.e., Muito Baixo, Baixo, Médio, Alto e Muito Alto). Assim, como as perguntas definidas neste Apêndice possuem cinco respostas possíveis, é possível mapeá-las para um estado possível de um determinado nó da seguinte maneira:

- *Falso  $\rightarrow$  Muito Baixo*
- *Mais Falso que Verdadeiro  $\rightarrow$  Baixo*
- *Nem Verdadeiro nem Falso  $\rightarrow$  Médio*
- *Mais Verdadeiro que Falso  $\rightarrow$  Alto*
- *Verdadeiro  $\rightarrow$  Muito Alto*

Contudo, a pergunta referente ao nó *Autonomia da Equipe* deve ser interpretada de maneira inversa, mas seguindo a mesma lógica:

- *Falso  $\rightarrow$  Muito Alto*
- *Mais Falso que Verdadeiro  $\rightarrow$  Alto*
- *Nem Verdadeiro nem Falso  $\rightarrow$  Médio*
- *Mais Verdadeiro que Falso  $\rightarrow$  Baixo*
- *Verdadeiro  $\rightarrow$  Muito Baixo*

Tabela A.1: Perguntas Referentes à Qualidade da Comunicação da Equipe.

Comunicação		
ID	Nó Correspondente	Pergunta
1	Distribuição da Equipe	<p><b>Os membros da Equipe de Desenvolvimento compartilham sempre o mesmo local de trabalho?</b></p> <p>Verdadeiro - Todos os membros da equipe compartilham o mesmo local de trabalho.  Falso - Os membros da equipe estão distribuídos em locais diferentes, e o impacto negativo na eficiência da Comunicação é muito grande.</p> <p>Opção 1: Falso  Opção 2: Mais Falso que Verdadeiro  Opção 3: Nem Verdadeiro nem Falso  Opção 4: Mais Verdadeiro que Falso  Opção 5: Verdadeiro</p>
2	Meio de Comunicação	<p><b>Os membros da Equipe de Desenvolvimento conversam cara-a-cara sempre que possível?</b></p> <p>Verdadeiro - Os membros da equipe comunicam-se sempre cara-a-cara.  Falso - Os membros da equipe não se comunicam cara-a-cara.</p> <p>Opção 1: Falso  Opção 2: Mais Falso que Verdadeiro  Opção 3: Nem Verdadeiro nem Falso  Opção 4: Mais Verdadeiro que Falso  Opção 5: Verdadeiro</p>

Tabela A.2: Perguntas Referentes à Qualidade das Reuniões Diárias da Equipe.

Reuniões Diárias		
ID	Nó Correspondente	Pergunta
3	Monitoramento	<p><b>Os membros da equipe externam suas dificuldades e seu progresso em relação às atividades realizadas de forma clara e objetiva?</b></p> <p>Verdadeiro - Os membros da equipe externam suas dificuldades e seu progresso em relação às atividades realizadas de forma clara e objetiva.</p> <p>Falso - Os membros da equipe não relatam de forma clara as atividades nas quais estão envolvidos, ou aproveitam a oportunidade para justificar decisões que foram tomadas.</p> <p>Opção 1: Falso</p> <p>Opção 2: Mais Falso que Verdadeiro</p> <p>Opção 3: Nem Verdadeiro nem Falso</p> <p>Opção 4: Mais Verdadeiro que Falso</p> <p>Opção 5: Verdadeiro</p>
4	Presença de Todos os Membros	<p><b>Todos os membros da equipe estiveram presente durante as reuniões diárias?</b></p> <p>Verdadeiro - Todos os membros da equipe estiveram presente durante as reuniões diárias.</p> <p>Falso - Em nenhuma das reuniões diárias todos os membros estavam presentes.</p> <p>Opção 1: Falso</p> <p>Opção 2: Mais Falso que Verdadeiro</p> <p>Opção 3: Nem Verdadeiro nem Falso</p> <p>Opção 4: Mais Verdadeiro que Falso</p> <p>Opção 5: Verdadeiro</p>

Tabela A.3: Perguntas Referentes à Qualidade da Orientação da Equipe.

Orientação da Equipe		
ID	Nó Correspondente	Pergunta
5	Atributos Pessoais	<p><b>Os membros da equipe se dão bem entre si?</b></p> <p>Verdadeiro - A mistura de personalidades dos membros da equipe contribui para que eles se dêem bem entre si  Falso - A mistura de personalidades dos membros da equipe não contribui para que eles se dêem bem entre si.</p> <p>Opção 1: Falso  Opção 2: Mais Falso que Verdadeiro  Opção 3: Nem Verdadeiro nem Falso  Opção 4: Mais Verdadeiro que Falso  Opção 5: Verdadeiro</p>
6	Expertise	<p><b>Os membros da equipe possuem todo o conhecimento necessário para o desenvolvimento das histórias da <i>sprint</i> com interseção?</b></p> <p>Verdadeiro - Os membros da equipe possuem todo o conhecimento necessário para o desenvolvimento das histórias da <i>sprint</i> com capacidade de substituir uns aos outros na realização das tarefas.  Falso - Os membros da equipe não possuem todo o conhecimento necessário para o desenvolvimento das histórias da <i>sprint</i>.</p> <p>Opção 1: Falso  Opção 2: Mais Falso que Verdadeiro  Opção 3: Nem Verdadeiro nem Falso  Opção 4: Mais Verdadeiro que Falso  Opção 5: Verdadeiro</p>

Tabela A.4: Perguntas Referentes à Capacidade de Auto-Organização da Equipe.

Auto-Organização		
ID	Nó Correspondente	Pergunta
7	Liderança Compartilhada	<p><b>A autoridade na tomada de decisões e na liderança é compartilhada entre os membros da equipe?</b></p> <p>Verdadeiro - A autoridade na tomada de decisões e na liderança é compartilhada entre os membros da equipe.  Falso - A autoridade na tomada de decisões e na liderança não é compartilhada entre os membros da equipe.</p> <p>Opção 1: Falso  Opção 2: Mais Falso que Verdadeiro  Opção 3: Nem Verdadeiro nem Falso  Opção 4: Mais Verdadeiro que Falso  Opção 5: Verdadeiro</p>
8	Aprendizagem da Equipe	<p><b>A equipe se adapta facilmente às mudanças que ocorrem durante o projeto?</b></p> <p>Verdadeiro - A equipe se adapta facilmente às mudanças que ocorrem durante o projeto.  Falso - A equipe não tem capacidade de se adaptar às mudanças que ocorrem durante o projeto.</p> <p>Opção 1: Falso  Opção 2: Mais Falso que Verdadeiro  Opção 3: Nem Verdadeiro nem Falso  Opção 4: Mais Verdadeiro que Falso  Opção 5: Verdadeiro</p>



Tabela A.5: Pergunta Referente à Autonomia da Equipe.

ID	Nó Correspondente	Pergunta
9	Autonomia da Equipe	<p><b>Há um agente externo interferindo em como a equipe executa suas tarefas?</b></p> <p>Verdadeiro - Há um agente externo que sempre interfere em como a equipe deve executar suas atividades. Falso - Não há um agente externo interferindo em como a equipe executa suas tarefas. O agente externo colabora com a equipe para definir o que será executado e apenas quando adequado.</p> <p>Opção 1: Falso Opção 2: Mais Falso que Verdadeiro Opção 3: Nem Verdadeiro nem Falso Opção 4: Mais Verdadeiro que Falso Opção 5: Verdadeiro</p>

## Apêndice B

### Questionário de Satisfação

Na Tabela B.1 deste Apêndice está definido o questionário referente às questões de pesquisa do estudo de caso realizado nesta pesquisa, Seção 5.1.3.

Tabela B.1: Perguntas Referentes às Questões de Pesquisa do Estudo de Caso.

ID	Questões de Pesquisa Correspondente	Pergunta
1	<i>PP1</i>	<p>Levando em consideração outros fatores que influenciam a eficiência da equipe (e.g., Planejamento da <i>Sprint</i>, Complexidade das histórias desenvolvidas, etc...), você considera os resultados do modelo consistentes em relação à medida de eficiência de sua equipe?</p> <p>Opção 1: Falso Opção 2: Mais Falso que Verdadeiro Opção 3: Nem Verdadeiro nem Falso Opção 4: Mais Verdadeiro que Falso Opção 5: Verdadeiro</p>

ID	Questões de Pesquisa Correspondente	Pergunta
2	PP1	Quais fatores contribuíram para o aumento/decremento da qualidade do Trabalho em Equipe em cada <i>Sprint</i> ?
3	PP2	<p>A utilização do modelo auxilia na detecção de oportunidades de melhoria do Trabalho em Equipe?</p> <p>Opção 1: Falso</p> <p>Opção 2: Mais Falso que Verdadeiro</p> <p>Opção 3: Nem Verdadeiro nem Falso</p> <p>Opção 4: Mais Verdadeiro que Falso</p> <p>Opção 5: Verdadeiro</p>
4	PP2	Como você utilizaria o modelo no processo de tomada de decisões?
5	PP3	<p>O procedimento proposto é de fácil implementação e utilização?</p> <p>Opção 1: Falso</p> <p>Opção 2: Mais Falso que Verdadeiro</p> <p>Opção 3: Nem Verdadeiro nem Falso</p> <p>Opção 4: Mais Verdadeiro que Falso</p> <p>Opção 5: Verdadeiro</p>
6	PP3	Como você descreveria, em termos de facilidade de implementação e utilização, a adoção desse procedimento no seu dia-a-dia?

ID	Questões de Pesquisa Correspondente	Pergunta
7	<i>PP4</i>	<p>O custo-benefício da utilização do procedimento proposto em relação à sua contribuição é positivo?</p> <p>Opção 1: Falso</p> <p>Opção 2: Mais Falso que Verdadeiro</p> <p>Opção 3: Nem Verdadeiro nem Falso</p> <p>Opção 4: Mais Verdadeiro que Falso</p> <p>Opção 5: Verdadeiro</p>